

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU ŠUMARSKI FAKULTET**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ URBANO ŠUMARSTVO,**

**ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

**ANTONIO VIDA KOVIĆ**

**KARTIRANJE ŠUMSKE VEGETACIJE PRIMJENOM RAZLIČITIH  
METODA NA PRIMJERU NACIONALNOG PARKA RISNJAK**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2019.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**KARTIRANJE ŠUMSKE VEGETACIJE PRIMJENOM RAZLIČITIH  
METODA NA PRIMJERU NACIONALNOG PARKA RISNJAK**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Poznavanje vegetacije

Ispitno povjerenstvo: 1. Prof. dr. sc. Joso Vukelić

2. Prof. dr. sc. Ante Seletković

3. Dr. sc. Irena Šapić

Student: Antonio Vidaković

JMBAG: 0068221805

Broj indeksa: 818/16

Datum odobrenja teme: 28. siječnja 2019.

Datum predaje rada: 14. veljače 2019.

Datum obrane rada: 15. veljače 2019.

**Zagreb, veljača 2019.**

## DOKUMENTACIJSKA KARTICA


<b>Naslov:</b>	Kartiranje šumske vegetacije primjenom različitih metoda na primjeru Nacionalnog parka Risnjak
<b>Title:</b>	Forest vegetation mapping using different methods on the example of Risnjak National Park
<b>Zavod:</b>	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
<b>Predmet:</b>	Poznavanje vegetacije
<b>Mentor:</b>	Prof. dr sc. Joso Vukelić
<b>Student:</b>	Antonio Vidaković
<b>JMBAG:</b>	0068221805
<b>Akad. godina:</b>	2018./2019.
<b>Izradu rada pomogao:</b>	dr. sc. Irena Šapić
<b>Mjesto i datum obrane:</b>	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 15. veljače 2019.
<b>Sadržaj rada:</b>	Stranica:59 Slika: 11 Tablica: 1 Navoda literature: 30
<b>Ključne riječi:</b>	NP Risnjak, šumska vegetacija, kartiranje, satelitska snimka, klasifikacija
<b>Key words:</b>	NP Risnjak, forest vegetation, mapping, satellite image, classification

**Sažetak:**

Nacionalni park Risnjak jedan je od najboljih primjera visinske raščlanjenosti šumske vegetacije u Hrvatskoj. Nacionalnim parkom proglašen je 15. rujna 1953. godine, na inicijativu dr. Ive Horvata. Zbog svoje iznimne vegetacijske, klimatske i geomorfološke raznolikosti oduvijek je bio predmet kartografskih i drugih istraživanja. Slijedom toga, u njegovom sjeverozapadnom dijelu provedeno je kartiranje šumskih zajednica različitim metodama. Ovo se istraživanje nadovezuje na istraživanja Horvata (kartiranje od 1945. - 1953.), Vukelića (1985, 2017/2018). Prikazuje moderne metode kartiranja šumske vegetacije pomoću satelitskih snimaka. Kartiranje je provedeno u programskom paketu ArcMap 10.1 metodama nadgledane i nenadgledane klasifikacije. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na sve prednosti kartiranja šumske vegetacije pomoću satelitskih snimaka visoke rezulucije. Usporedbom s prijašnjim istraživanjima pokazalo se da metoda nadgledane klasifikacije uz pouzdan odabir reprezentativnih poligona kao područja učenja ostvaruje najbolje rezultate.

**Summary:**

National park Risnjak is one of the best examples of high altitude vegetation variety. Thanks to the initiative of dr. Ivo Horvat, Risnjak was declared National park on September 15th, 1953. Due to its exceptional vegetation, climatic and geomorphological diversity, it has always been the subject of cartographic and other kinds of scientific research. Consequentially, the mapping of forest vegetation in the northwestern part of the Park was made using different methods. This research is based on research from Horvat (mapping from 1945. - 1953.) and Vukelić (1985, 2017/2018). It presents modern methods of mapping of forest vegetation using satellite imagery, which was done using ArcMap 10.1. programme, methods of unsupervised and supervised classification. The results of this research point out all the benefits of mapping of forest vegetation using high resolution satellite imagery. In comparison to previous studies, this one has shown that the method of supervised classification along with reliable selection of the representative polygons for "field of study" achieves the best results.

	<b>IZJAVA O IZVORNOSTI IZJAVA O IZVORNOSTI RADA</b>	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.“

---

*Antonio Vidaković*

U Zagrebu, 15. veljače 2019.

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. CILJ RADA I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....	5
3. OPĆE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA .....	6
3.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ .....	6
3.2. KLIMATSKA OBILJEŽJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA .....	7
3.2.1. Temperatura zraka .....	9
3.2.2. Oborine .....	10
3.2.3. Strujanje zraka .....	11
3.2.4. Naoblaka, osunčanost i meteorološke pojave .....	12
3.3. GEOLOŠKA I PEDOLOŠKA OBILJEŽJA .....	12
3.3.1. Geološko-litološka podloga .....	12
3.3.2. Geomorfološke značajke .....	14
3.3.3. Tlo .....	16
3.4. FLORNE I VEGETACIJSKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA .....	20
3.4.1. Šumske zajednice .....	23
3.4.2. Ostali oblici vegetacije .....	36
3.4.3. Vegetacijski fenomen ponikvi .....	37
4. KARTIRANJE ŠUMSKE VEGETACIJE .....	39
4.1. Kartiranje šumskih zajednica Nacionalnog parka Risnjak .....	41
4.1.1. Kartiranje od 1945. do 1953. godine .....	41
4.1.2. Kartiranje 1985. godine .....	44
4.1.3. Kartiranje od 2017. godine .....	46
5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA .....	48
5.1. Općenito o interpretaciji satelitskih snimaka .....	50
6. REZULTATI .....	52
7. RASPRAVA .....	55
8. ZAKLJUČCI .....	59

## 1. UVOD

Nacionalni park Risnjak nalazi se u Gorskom kotaru na krajnjem zapadnom dijelu Dinarida. Parkom je proglašen 15. rujna 1953. godine na prijedlog dr. Ive Horvata te je tada zauzimao površinu od 3200 ha. Proširenje granica Parka predloženo je 1993. godine i to na izvorišni dio Kupe i područje Snježnika. Nakon proširenja, površina Parka do danas je ostala ista i iznosi 6350 ha. S 1528 metara, Veliki Risnjak je najviši vrh ovog nacionalnog parka, a zajedno sa susjednim masivom Snježnika čini klimatsku i vegetacijsku pregradu između primorske i kopnene Hrvatske. Najniža točka je dolina Kupe na 290 metara nadmorske visine. Masiv Risnjak dio je gorskog praga Hrvatske i pripada Dinarskom sustavu koji se pruža od istočnih Alpi do Šarsko-pinskog gorja i granično je područje između slovenskih i hrvatskih dinarskih planina, odnosno dio područja koje spaja Alpe i Dinaride. Također, na ovom je području granica crnomorskog i jadranskog porječja najbliža moru, jer od vrha Risnjaka do mora ima svega 15 kilometara zračne udaljenosti.

Sačuvana prirodna vegetacija Risnjaka sa više od trideset specifičnih biljnih zajednica, od kojih ima više od 10 različitih šumskih asocijacija i subasocijacija, predstavlja temeljni prirodni fenomen zbog kojega je i došlo do proglašenja nacionalnog parka. Osim šuma, pri izradi Prostornog plana Nacionalnog parka Risnjak (2001), kao jedan od odlučujućih fenomena pri odluci o proširenju Parka ističe se hidrogeološki spomenik prirode – izvor Kupe. Osnovni cilj tog plana jest stroga zaštita središnje zone Risnjaka. To je područje namijenjeno prvenstveno u znanstveno istraživačke, a potom u edukativne, kreativno-obrazovne i odgojne svrhe. Ostali dijelovi Parka usmjereni su također i na turističko rekreativne svrhe. Unutar sadašnje površine Parka, najveće turističko opterećenje jest na dvije točke, vrh Risnjaka i livadu Leska te njihov spoj. To je i bio jedan od razloga za pokretanje inicijative o proširenju granica Parka kako bi se on sadržajno obogatio, a navedena područja barem djelomično rasteretila. Proširenje prema zapadu obuhvaća masiv hrvatskog Snježnika i u sastav Nacionalnog parka Risnjak donosi brojne vrhunce i padine neobrasle šumskom vegetacijom čime se dobivaju vidikovci i novi pejzaži. Proširenje u smjeru sjeveroistoka obuhvatilo je izvor

Kupe. Proširenje parka imalo je i pozitivan utjecaj na cjelokupni životinjski svijet jer je veći dio šuma ovog područja izvan sustava redovnog gospodarenja, prvenstveno zbog velikih nagiba i povećane opasnosti od erozije.



Slika 1. Livada Lazac s pogledom na vrhove Veliki Risnjak i Snježnik (izvor: Antonio Vidaković)

Nacionalni park Risnjak nema posebno izraženu gospodarsku funkciju, već se njegova vrijednost najviše očituje u prirodosnanstveno-istraživačko-edukativnim i turističko-rekreativnim aktivnostima. Tradicionalno korištenje ovog prostora usmjereno je na eksploataciju šuma te poljoprivredu na malim ratarskim površinama i sitno stočarstvo lokalnog stanovništva. Prema zakonu o zaštiti prirode na ovom području izostaje lovno gospodarenje. Park obuhvaća kompletan prostor vertikalnih sezonskih migracija autohtonih životinja, od 350 do 1500 metara nadmorske visine i stoga ima osobine pravog skloništa za faunu.

Nacionalnim parkom upravlja Javna ustanova Nacionalni park (JU NP) Risnjak u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša i energetike. Uprava Parka nalazi se u Bijeloj Vodici pored Crnog Luga, gdje je ujedno i glavni ulaz u Park. U Park se može ući i preko Vilja, s prijevoja Gornje Jelenje te iz Kupske doline preko Gerova i Lividrage prema Lazcu.



Prema jednoj teoriji, ime cijelog planinskog masiva pa tako i Nacionalnog parka Risnjak potječe od risa (*Lynx lynx* L.), najveće divlje mačke u Europi. Drugi pak tvrde da ime potječe od trave risnice (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth)

Broj stanovnika unutar Parka vrlo je malen i prati trendove depopulacije koji vladaju na čitavom području Gorskog kotara. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine, u Parku živi 61 stanovnik unutar nekoliko sela koja su dodana prostoru Parka 1997. godine. To je pad od 25% u odnosu na popis iz 1991. godine kada je bilo 82 stanovnika. Neka sela su potpuno napuštena, a najviše stanovnika živi u selu Podgrič (20).

Šume su, kao temeljni fenomen ovog područja, od davnina bile predmet istraživanja brojnih znanstvenika i znatiželjnika. Tako prvi zabilježeni posjet ovom području u svrhu znanstvenog istraživanja datira iz 1825. godine, kada je Risnjak posjetio mađarski botaničar Josip Standler. Nakon njega područje je posjećivao sve veći broj botaničara i znanstvenika. Najpoznatiji istraživač Risnjaka u 19. stoljeću bio je botaničar Josip Schlosser koji je ujedno i napisao veći broj publikacija o Risnjaku i njegovoj vegetaciji. Vjerojatno najpoznatiji istraživač vegetacije ovog područja je hrvatski botaničar dr. Ivo Horvat. Njegova istraživanja Gorskog kotara započinju 1927. godine, dok području Risnjaka posebnu pažnju posvećuje nakon drugog svjetskog rata. Kroz svoja istraživanja brzo je uvidio specifičnost vegetacije ovog područja, pogotovo šuma, koje su lokalno bile prašumskog karaktera. S ciljem izrade detaljne vegetacijske karte ovog područja, okuplja multidisciplinarni tim šumarskih, bioloških, klimatoloških, pedoloških i drugih stručnjaka. Istovremeno, vrlo entuzijastično pokreće ideju o proglašenju Risnjaka i njegovog užeg područja nacionalnim parkom. Njegovu važnost, ne samo za botaniku već za cjelokupnu hrvatsku znanost možda je najbolje opisao njegov bliski suradnik ing. Stjepan Bertović, rekavši: "Smrt ne može utrnuti snažan plamen znanstvene misli koju je razvio Ivo Horvat ... niti izbrisati njegovo golemo životno djelo i zastrti putove kojima danas kroči plejada njegovih suradnika i učenika u čitavoj Hrvatskoj (1963)." Paralelno s Horvatom, i Zlatarić (1953) provodi svoja istraživanja taksacijskih elemenata u odnosu na ekologiju i razdiobu šumskih zajednica, dok Klepac (1956) istražuje prirast jele u različitim fitocenozama u kojima ona pridolazi

na ovom području. Osim šuma, predmet istraživanja i zanimanja bila su pedološka i geološka obilježja ovog područja, pogotovo prilikom izrade Osnovne geološke i Osnovne pedološke karte Jugoslavije (Vukelić, 1985).

Već je istaknuto da je šumska vegetacija temeljni fenomen NP Risnjak i najčešće je istraživani tip vegetacije. U sklopu fitocenoloških istraživanja, njegov bitan dio bilo je kartiranje šumske vegetacije. Ono je u NP Risnjak provedeno u razdoblju od 1948. do 1955. godine (Horvat 1955, 1962), zatim tridesetak godina kasnije (Vukelić 1984), a upravo je u tijeku kartiranje metodama daljinskog istraživanja na satelitskim snimcima. Ovo se istraživanje nadovezuje na prethodna te nastoji pomoću dostupne tehnologije i znanja prikazati aktualno stanje šumskih zajednica unutar granica Nacionalnog parka Risnjak. Postojeća istraživanja koja su bila temelj mnogih sljedećih pa tako i ovoga, vrlo su važna zbog mogućnosti usporedbe i poslužila su kao orijentir i izvor korisnih i stručnih informacija. Ovo će istraživanje, kao i sva prethodna, dodatno obogatiti i upotpuniti znanja o Nacionalnom parku Risnjak i njegovim šumama, potencijalno potaknuti nova istraživanja i doprinijeti prezentaciji Parka.

## 2. CILJ RADA I PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj ovog rada jest istražiti mogućnosti korištenja satelitskih snimaka i fotointerpretacijske analize za kartiranje šumske vegetacije Nacionalnog parka Risnjak. Iako su mnogi autori do sada istraživali šumske zajednice ovog područja, moderna tehnologija omogućuje nove, preciznije metode daljinskih istraživanja, koje uveliko smanjuju potrebu za terenskim istraživanjima i time štede vrijeme, energiju i novac. Cilj je iskoristiti dostupnu tehnologiju kako bi se izradila što točnija, aktualna karta šumskih zajednica, njena usporedba s prethodnim radovima i praćenje promjena u rasprostriranju šumskih zajednica. Budući da je očuvanje izvornih prirodnih vrijednosti osnovni cilj nacionalnog parka kao ustanove, potrebno je poznavati sve njegove aspekte i mehanizme kako bi se zaštita mogla adekvatno provoditi. Šume su jedan, ali moglo bi se reći najvažniji dio te cjeline budući da su one temeljni prirodni fenomen zbog kojega je ovo područje i proglašeno nacionalnim parkom i koji prekriva gotovo cijelu njegovu površinu. Koristeći stručna znanja i vještine, potrebno je što preciznije procijeniti, determinirati i kartirati šumske zajednice, iako ponekad granica između njih nije jasno uočljiva. U ovom će radu biti uspoređene terestričke metode kartiranja (kartiranje od 1945.-1953.) s modernim metodama koje uključuju aerosnimke (1985) i satelitske snimke (2017/2018). Radi boljeg razumijevanja problematike, najprije je potrebno upoznati se s geografskim, klimatskim, geološkim i vegetacijskim značajkama istraživanog područja.

### **3. OPĆE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA**

#### **3.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ**

Nacionalni park Risnjak smješten je na zapadu Republike Hrvatske u Primorsko-goranskoj županiji. Geografski obuhvaća šumovito područje Gorskog kotara između 45°24' i 45°32' sjeverne geografske širine i između 14°33'30" i 14°43'30" istočne geografske dužine. Risnjak je dio velikog dinarskog sustava koji se pruža od istočnih Alpa do Šarsko-pinskog gorja i granično je područje između slovenskih i hrvatskih dinarskih planina, odnosno dio područja koje spaja Alpe i Dinaride. Središnji dio Risnjačkog masiva prostire se zapadno od mjesta Crni Lug kod Delnica do ceste Gornje Jelenje-Lazac-Gerovo, a s južne strane od mjesta Mrzle Vodice do livade Šegine na sjeveru, a smješten je na nadmorskoj visini od najniže kote 679 m u predjelu Leske do najviše kote 1528 m na vrhu Velikog Risnjaka. On je smješten uz zapadnu granicu Parka, stoga većina padina ima istočnu ili jugoistočnu ekspoziciju. Uslijed takvog geografskog položaja Risnjački masiv dominira cijelim okolnim prostorom, a posebno u vizurama s autoceste Rijeka-Zagreb, koja prolazi periferijom njegovog područja. Administrativno, Park se prostire kroz nekoliko teritorijalnih jedinica unutar Primorsko-goranske županije, a to su gradovi Čabar, Delnice i Bakar te općine Čavle i Lokve. Granice navedenih gradova i općina sastaju se upravo na vrhu Veliki Risnjak. Naravno, površina Parka nije ravnomjerno raspoređena po teritorijalnim jedinicama. Gradu Delnicama i Čabru pripada po 2900 ha, Bakru 150 ha, općini Lokve 220 ha i općini Čavle 200 ha površine Parka.

Geografski položaj risnjačkog masiva i Gorskog kotara općenito čini to područje vrlo zanimljivim jer predstavlja snažnu klimatsku i vegetacijsku pregradu između kontinentalnog dijela Hrvatske i Hrvatskog primorja. To je pregrada između područja hrasta kitnjaka i običnog graba s jedne strane te primorskih obronaka obraslih šumom i šikarama bijelog i crnog graba i ostalih vrsta prilagođenih na duže vegetacijsko razdoblje, više temperature i ljetne suše s druge strane (Horvat 1953).

Zahvaljujući autocesti Rijeka-Zagreb koja prolazi kroz njegovu neposrednu blizinu, Nacionalni park Risnjak ima odličan prometni položaj. Kao jedan od najprometnijih prometnih pravaca u Hrvatskoj, ova autocesta ima potencijal privući veći broj posjetitelja u Park, posebice tijekom ljetnih mjeseci.



Slika 2. Geografski položaj NP Risnjak (izvor: <https://np-plitvicka-jezera.hr/en/photomonography-parks-of-croatia/parkovi-hrvatske-karta-2/>)

### 3.2. KLIMATSKA OBILJEŽJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Zbog svoje visine i geografskog položaja ovo područje predstavlja klimatsku i vegetacijsku pregradu između primorske i kopnene Hrvatske. Na tom se prostoru sukobljavaju klimatski utjecaji Jadranskog mora, koji prodiru preko Kvarnera i kopneni, koji prodiru preko doline Kupe, što bitno utječe na klimatske karakteristike. Ljeta su stoga ugodna, srednje temperature od 20° C, a zime duge i snježne pa se kod planinarskog doma na Risnjaku snijeg zna zadržati punih pet mjeseci, visine i do četiri metra.

Cijeli je prostor karakterističan po tipičnim krškim formacijama dolina i ponikvi sa svojom posebnom mikroklimom. Oni predstavljaju zaseban životni prostor s vlastitim biljnim zajednicama i tipičnom temperaturnom inverzijom, što njihov okoliš čini potpuno drugačijim od neposredne okoline.

Prema Planu upravljanja iz 2007. godine, u sjedištu Javne ustanove Nacionalnog parka Risnjak, osim postojeće klasične meteorološke postaje, od 2004. godine postoji i automatska meteorološka postaja, koja stalno bilježi standardne klimatske parametre. Uz planinarski dom Risnjak postavljena je još jedna automatska meteorološka postaja. Rezultati mjerenja dostupni su posjetiteljima na zaslonu koji se nalazi u zgradi uprave Parka.

Jedna od značajnih opasnosti za staništa su kisele padaline koje nastaju zbog zagađenja iz industrijskih područja sjeverne Italije. Vjetar koji puše sa sjevera donosi sumporne i dušične okside koje stvara industrija u regijama Veneto i Friuli Venezia Giulia u sjeveroistočnoj Italiji. Kada ovi onečišćivači zraka dođu u dodir s vodom u zraku dolazi do reakcije kojom nastaju jake kiseline, a koje do masiva Risnjaka najčešće dolaze u obliku padalina.

U višim predjelima pravilno se smanjuju srednje vrijednosti temperatura, a rastu količine oborina što je povezano sa količinom zračne vlage, intenzitetom naoblake, magle i sl. Naoblaka je maksimalna u studenom i prosincu, a minimalna u srpnju.

Prema Državnom hidrometeorološkom zavodu, na području Parka ne postoji niti jedna meteorološka postaja na temelju čijih bi se podataka mogle prikazati vrijednosti pojedinih elemenata klime. Stoga su za prikaz klime u Parku uzeti podaci najbližih postaja Delnice (689 m), Skrad (668 m), Zalesina (750 m) i Parg (863 m) te podaci za Platak (1111 m) i Snježnik (1518 m) objavljeni u knjizi "Vegetacija planina zapadne Hrvatske"(I.Horvat, 1962:24).

Totalizatori (veliki kišomjeri) postavljeni u nenaseljenom visinskom području (oborina koju oni skupljaju mjeri se jednom ili dva puta godišnje) daju podatke o oborini na području Parka. Ovi podaci (osobito podaci za postaju Platak i Lividraga) mogu poslužiti za prikaz klimatskih prilika Nacionalnog parka Risnjak, posebno za njegov preplaninski i viši gorski dio (Risnjak-Snježnik-Guslica). Za dio Parka koji se proteže na gornji dio doline Kupe i koji se odlikuje znatno blažom klimom bila bi potrebna detaljnija obrada i prikaz klimatskih prilika.

Na području Gorskog kotara zastupljena su dva klimatska tipa po Köpenovoj klasifikaciji: C – umjereno topla kišna klima, s oznakom podtipova Cfsb (klima bukve), odnosno Cfsbx i D – vlažna borealna ili snježno-šumska klima, s podtipovima Dfsb, odnosno Dfsbx, koja se javlja u planinskim dijelovima iznad 1200 nadmorske visine. Varijanta klime tipa Cfsbx s umjerenom kišnom klimom ima najsuši dio godine u toplom godišnjem dobu te dva oborinska maksimuma, jedan na početku toplog dijela godine i drugi, veći, u kasnoj jeseni. Ljeta su svježija, a srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca je ispod 22° C. Osnovne karakteristike D tipova klime su da je mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca niža od -3° C, temperatura najtoplijeg mjeseca iznad 10° C i niža od 22° C, a četiri mjeseca u godini imaju temperaturu višu od 10° C. Oborinske karakteristike ovog tipa klime su jednake kao kod tipa Cfsbx.

Klima je planinska, ali utjecaj Jadranskoga mora je znatan, jer je udaljeno samo 10 do 15 km. Srednja zimska (siječanj) temperatura iznad 1000 m apsolutne visine iznosi -3,3 °C, a ljetna (srpanj) 12,6 °C. Godišnja količina oborina (oko 3600 mm) i relativna vlaga (više od 80%) vrlo su visoke. Snijeg je čest, a na tlu se održava oko 5 mjeseci (prosječno 157 dana), dok debljina snježnoga pokrivača iznosi do 4 m.

### **3.2.1. Temperatura zraka**

Za prikaz klime na području Nacionalnog parka Risnjak korišteni su podaci rubnih meteoroloških postaja Lividraga i Platak. Podaci sa meteorološke postaje Lividraga odnose se na razdoblje 1971.-1980, a podaci sa meteorološke postaje Platak odnose se na razdoblje 1950.-1961. Novijih podataka nema jer se na tim postajama dalje nije mjerila temperatura.

Meteorološka postaja Lividraga se nalazi na nadmorskoj visini 939 m, a udaljena je oko 5 km od centralnog dijela risnjačkog masiva. Srednja godišnja temperatura u razdoblju 1971.-1980. iznosila je 5,4 °C. Najvišu srednju mjesečnu temperaturu imao je srpanj 14,2 °C, a najnižu siječanj, -2 °C. Srednje godišnje kolebanje temperature iznosilo je 16,2 °C. Najveći porast srednje mjesečne temperature bilježio se između travnja i svibnja i to u iznosu od 5,4 °C (od 3,4° na 8,8°C). Apsolutni minimum u promatranom razdoblju iznosio je -28°C, izmjeren u ožujku 1976. godine, a apsolutni

maksimum 28,9 °C izmjeren u srpnju 1972. i rujnu 1975. godine. Srpanj je bio najtopliji mjesec sa srednjom maksimalnom temperaturom 19,9 °C, a prosinac najhladniji sa srednjom minimalnom temperaturom -5,4 °C.

Apsolutni minimum temperature zraka na meteorološkoj postaji Platak (1111 m) izmjeren je 1956. i iznosio je -25,3 °C, a apsolutni maksimum iznosio je 29,6 °C i izmjeren je 5. srpnja 1950. Srednja godišnja temperatura zraka mjerena na meteorološkoj postaji Platak u razdoblju 1950.-1961. iznosila je 5,5 °C.

Srednja temperatura vegetacijskog perioda na meteorološkoj postaji Lividraga iznosila je 12 °C. U razdoblju praćenja nije bilo mjeseca u godini u kojem apsolutna minimalna temperatura nije bila ispod 0 °C što je važno s aspekta pojave mraza.

Treba imati na umu da su ovi podaci prilično zastarjeli i ne prikazuju aktualno stanje klime ovog područja, budući da se od tada prosječna godišnja temperatura povećala uslijed fenomena globalnog zatopljenja. Također, temperaturni ekstremi su zasigurno puno izraženiji kroz zadnjih nekoliko godina. Tako je primjerice na meteorološkoj postaji Parg (863 m) 2. kolovoza 2017. godine izmjereno 34.4°C, što je novi apsolutni temperaturni rekord na toj postaji. Dosadašnji rekord je iznosio 33.5°C, a toliko je izmjereno u dva navrata od 1951. godine, od kada se vrše meteorološka mjerenja (27.7.1983. i 7.8.2013). Srednja godišnja temperatura zraka za 2017. godinu na području Hrvatske bila je iznad višegodišnjeg prosjeka (1961. - 1990.). Anomalija srednje godišnje temperature zraka za postaju Parg iznosila je 1.7°C, što je među najvišim vrijednostima u Hrvatskoj. Budući da je Parg najbliža glavna meteorološka postaja Nacionalnom parku Risnjak, ovi se podaci mogu uzeti kao reprezentativni i za sami Park.

### **3.2.2. Oborine**

Na području Nacionalnog parka Risnjak i njegovom bližem okruženju nalaze se tri totalizatora: Risnjak (1420 m), Snježnik (1400 m) i Lividraga (939 m). Na bivšoj meteorološkoj postaji Lividraga, udaljenoj oko 6 km sjeverozapadno od vrha Risnjaka, u razdoblju mjerenja (1960.-1980.) palo je oborina u granicama između 3041 mm i 5113



mm, a njihov dugogodišnji srednjak iznosi 3904 mm, što znači da je ovo područje s najvećim količinama oborina u Hrvatskoj.

Srednja godišnja količina oborina mjerena na meteorološkoj postaji Lividraga u razdoblju 1971.-1980. iznosila je 3770 mm. Po mjesecima, najviše oborina imao je studeni u iznosu od 488 mm, a najmanje kolovoz u iznosu od 166 mm. Mnogo veća količina oborina inače padne u hladnijem dijelu godine, ali je i ljetni minimum dovoljan za razvoj bujne vegetacije. Apsolutno maksimalnu količinu oborina u razdoblju praćenja imao je mjesec prosinac 1976. godine, čak 1219 mm, a apsolutno minimalnu kolovoz 1973. i to 31 mm. Godišnje se bilježi prosječno 129 dana s kišom i 54 dana sa snijegom. Snijeg se zadržava na tlu prosječno 139 dana. Maksimalna visina snijega iznosila je 270 cm, a izmjerena je u ožujku 1976. godine (podaci iz Prostornoga plana NP Risnjak 2001).

Posebno je za područje Risnjaka važno trajanje i količina snježnog pokrivača. Snježna zima odnosno interval između prvog i posljednjeg dana sa snježnim prekrivačem u ovom dijelu Gorskog kotara traje prosječno više od 5 mjeseci, u Mrzloj vodici 166 dana, a na Platku čak 185 dana. Najveće izmjerene visine snježnog pokrivača iznosile su na Platku 320 cm, a maksimalna visina snijega na Lividragi izmjerena je u ožujku 1976. u iznosu od 270 cm. Trajanje i visina snježnog pokrivača ovisi o nadmorskoj visini i ekspoziciji.

Jedan od značajnijih događaja vezanih za vremenske ekstreme i utjecaj na klimu i okoliš u Nacionalnom parku Risnjak je svakako ledolom 2014. godine koji je zahvatio dijelove Gorskog kotara te napravio veliku štetu na šumama.

### **3.2.3. Strujanje zraka**

Od vjetrova na području Nacionalnog parka Risnjak najvažniji su jugo i bura. Jugo najčešće puše u proljeće i jesen te se njegova pojava poklapa s maksimumom oborina. Bura najčešće puše zimi, hladna je te donosi lijepo vrijeme i dobru vidljivost. Utjecaj klimatskih promjena na padaline i vjetar očituje kroz neravnomjeran raspored padalina, pojave ekstremno obilnih, kratkotrajnih, jakih padalina te ekstremno snažnih, olujnih vjetrova.

### **3.2.4. Naoblaka, osunčanost i meteorološke pojave**

Povezano sa velikom količinom oborina na ovom području i nebo je u prosjeku više oblačno nego vedro. Na meteorološkoj postaji Lividraga najveća naoblaka je tijekom siječnja (7.5), dok je očekivano, najmanja naoblaka tijekom kolovoza (4.4). Promatrajući broj vedrih i oblačnih dana, Lividraga ima 101 vedar i 154 oblačna dana u godini, dok ostalih dana naoblaka iznosi između 2 i 8 stupnjeva. Na Platku, naoblaka je maksimalna u studenom i prosincu, a minimalna u srpnju. Godišnje prosječno ima između 1700 i 1900 sunčanih sati.

Osim što se s porastom nadmorske visine povećava i količina oborina, visina i trajanje snježnog pokrivača, raste i zračna vlaga, intenzitet naoblake i magla. Srednja godišnja relativna zračna vlaga zraka na Platku iznosi 84%. Srednji broj dana s niskom vlagom (<30%) iznosi samo 0.6 dana, a s relativnom vlagom iznad ili 80% 199 dana.

Od klimatskih pojava, godišnje se bilježi prosječno 129 dana s kišom i 54 dana sa snijegom. Snijeg se zadržava na tlu prosječno 139 dana. Broj dana s maglom iznosi 31, a s grmljavinom 12.

## **3.3. GEOLOŠKA I PEDOLOŠKA OBILJEŽJA**

### **3.3.1. Geološko-litološka podloga**

Područje Nacionalnog parka Risnjak ima složenu geološku građu. Na površini su zastupljene isključivo sedimentne ili taložne naslage vrlo različitog litološkog sastava. Njihova starost kreće se od stijena paleozoika pa sve do kvartarnih i recentnih tvorevina.

Paleozojske stijene (Pz) su najstarije na ovom području i čine stratigrafsku podinu svim ostalim naslagama. Smatra se da su srednje do gornjopermske starosti. Sačinjavaju ih klastični sedimenti: glineni škriljavci, pješčenjaci i kvarcni konglomerati. U svježem stanju su sive do tamnosive, a razgrađeni sivosmeđe boje. Ove naslage nalaze

se u dolini potoka Krašićevica, sve do izvora Kupe, kao i zapadno od doline Kupe, sve do utoka Čabranke.

Gornjotrijaske stijene (T) su klastičnog i karbonatnog razvoja. Klastične naslage se sastoje od bazalnih konglomerata, na kojima slijede pješčenjaci i tinjčasti škriljevci karakteristične crvenkaste boje. Gornjotrijaska serija završava dolomitnim stijenama sive boje. Vidljive su na površini većinom na južnom rubu Parka: oko Vilja, Leske i Bijele Vodice. Nalaze se i sjeverno od Crnog Luga, u predjelu Biljevine.

Jurske stijene (J) su kontinuirano istaložene na gornjotrijaskim. Zastupljene su stratigrafskim članovima lijasa (donji), dogera (srednji) i malma (gornji kat). Prikazane su neraščlanjeno zbog monotonog litološkog sastava, odnosno stijena isključivo karbonatnog tipa. Lijas sačinjavaju vapnenci i dolomiti u izmjeni sive do tamne sivosmeđe i crne boje, kao i mrljasti vapnenci smeđesive do žućkaste boje. Doger izgrađuju svijetlosivi vapnenci s lećama dolomita, a malm izmjenjena vapnenaca i dolomita pretežito sive boje. Sve nabrojane naslage imaju izraženu slojevitost. Stijene jurske starosti imaju najveću površinsku rasprostranjenost. Izgrađuju masiv Risnjaka, Snježnika i Bijelih stijena. Također se nalaze na vrhovima dolinskih strana Kupe i potoka Krašićevica.

U kvartarne tvorevine ubrajaju se vrlo različiti litogenetski tipovi: crvenica (ts), vezani sipar (s) i potočni do riječni nanos (al).

Crvenica ili terra rossa nalazi se na dnu brojnih ponikava i krških uvala. To je glina karakteristične smeđecrvene boje, koja zbog organskih primjesa u površinskoj zoni može biti i tamnije smeđe boje. Mjestimično sadrži odlomke matičnih stijena podloge. Smatra se da je poligenetskog podrijetla, nastala miješanjem netopivog ostatka karbonatnih stijena u procesu okršavanja, lesa i razgrađenog fliša. Mjestimično je i predkvartarne starosti i dokaz znatno toplije klime u bližoj geološkoj prošlosti.

Vezani sipari su mješavina smeđe gline i odlomaka. Nastali su zbog padinskih procesa tijekom kvartarnog razdoblja. To su naslage također poligenetskog podrijetla, nastale miješanjem tala i aktivnih sipara, koji su i danas vidljivi u podnožju strmih stjenovitih padina.

Potočni i riječni nanos nalazi se u dolini Kupe, kao i u koritima okolnih vodotoka. Susreće se u obliku bujičnog nanosa: valutica od krupnog šljunka u zonama veće energije te pijeska i sitnog šljunka u zonama manje energije vode.

U geotektonskom smislu, Gorski kotar pripada Vanjskim Dinaridima. Područje Nacionalnog parka Risnjak dio je regionalne geodinamske jedinice Dinarik koja je izdignuta i navučena na susjednu jedinicu Adrijatik, smještenu jugozapadno. Suvremeni strukturni sklop, nastao uslijed neotektonskih i recentnih tektonskih pokreta, od gornjeg pliocena do danas, bitno je obilježen novim sustavima rasjeda. Zato je područje Parka tektonski složene građe blokovske strukture. Unutar nje nalaze se manji blokovi karbonatnih ili klastičnih stijena. Neki od njih su u relativno autohtonom, a drugi u alohtonom odnosu. Osvojeni rasjedima dinarskog smjera sjeverozapad-jugoistok ili onim mlađeg podrijetla smjerova sjeveroistok-jugozapad do sjever-jug (PPNP Risnjak 2001).

### **3.3.2. Geomorfološke značajke**

Prema podacima PPNP Risnjak iz 2001. godine, reljef na području Parka odraz je litološke i strukturnotektonske građe. Neotektonski i recentni tektonski pokreti i klimatske promjene bili su najznačajniji čimbenici evolucije reljefa na ovom području. Tektonski pokreti od gornjeg pliocena do danas imali su presudnu ulogu u oblikovanju današnjeg reljefa. Tada je vjerojatno došlo do intenzivnog izdizanja Vanjskih Dinarida, dakle i područja Gorskog kotara te do tonjenja Jadranske depresije. Klima je tijekom neogena bila znatno toplija od današnje što je pogodovalo intenzivnom okršavanju i stvaranju crvenice čiji su ostatci vidljivi i danas u brojnim depresijama na području Nacionalnog parka.

Tijekom srednjeg i gornjeg pleistocena, odnosno posljednjih 750 000 godina, klimatske oscilacije su bile izraženije. U hladnim razdobljima zbivalo se intenzivno mehaničko raspadanje karbonatnih stijena kao i spiranje raspadnutog materijala. Na padinama Snježnika i Risnjaka nastaju ledenjaci. Njihovim otapanjem, fluvioglacialni materijal biva denudiran u niža područja, osobito na Gumanac i Grobničko polje. Nakupljanjem produkata fizičko-kemijskog raspadanja na padinama, nastali su vezani

sipari. To su vjerojatno samo relikti nekad puno rasprostranjenijih tvorevina. Istovremeno se odvijao i proces okršavanja karbonatnih stijena, poglavito vapnenaca, duboko u podzemlju. Posljedica tog procesa bilo je proširivanje pukotina i nastanak spiljskih sustava koju su samo djelomično istraženi. Tako stvorena veća upojnost i vodopropusnost karbonatnog stijenskog masiva, prouzročila je današnje siromaštvo površinskih i bogatstvo podzemnih voda u krškim dijelovima Parka. O dubini okršavanja svjedoči i desetak dosad otkrivenih jama od kojih su neke dubine i preko 140 metara. Tragovi danas suhih dolina, kao što je Suha Rečina, dokaz su drugačije hidrografije u geološkoj prošlosti.

Na klastičnim naslagama bilo paleozojske ili trijaske starosti, zbog male upojnosti izražen je površinski tok vode. Primjetne su dvije kontrastne pojave: na nekim lokacijama pedogenetski procesi su stalno u inicijalnom stadiju zbog izražene erozije, a na drugim su nakupljene deblje deluvijalno-koluvijalne naslage.

Reljef Nacionalnog parka Risnjak izrazito je razveden. Njegova morfološka raznolikost posljedica je opisanih, složenih geoloških odnosa i morfološke evolucije. Unutar područja mogu se izdvojiti tri geomorfološke cjeline, svaka sa svojim specifičnostima. Najviši zapadni i sjeverozapadni dio obuhvaćaju hrpti Snježnika i Risnjaka, središnji i jugoistočni dio krška zaravan, a sjeverni dolina oko izvora Kupe s dolinama potoka Krašićevica i Sušica.

Na cijelom području dominira hrbat Risnjaka, koji je približno Dinarskog smjera pružanja (SSZ-JJI). Najviši vrh Veliki Risnjak (1528 m) ujedno je i najviša kota zapadnog Gorskog kotara. Sjeverni Mali Risnjak (1428 m) i južni Mali Risnjak (1446 m) također su dominantni vrhovi na hrbatu Risnjaka. Osim njih susreće se cijeli splet vrhova viših od 1400 m. Zapadnije i približno usporedno Risnjaku pruža se gotovo isto tako izražen hrbat. Njegov najviši vrh je Snježnik (1506 m). Dominantne kote prema sjeveru su Lazačka glavica (1426 m) i Planina (1427 m)

Osobito su slikovite bjeličaste litice Velikog Risnjaka koje se izdižu vertikalno nekoliko desetaka metara. Uz njih su mjestimično vidljivi aktivni sipari ili točila. Na ogoljelim stijenama vidljive su rebraste škrape nastale korozijskim djelovanjem kiše. Ta

pojava je jedna od najbolje izraženih u sjeverozapadnom dijelu Dinarskog krša. Slične litice vidljive su i drugdje na Risnjaku kao i na Snježniku. Krški reljef izraženiji je na lokacijama gdje dominira vapnenačka stijenska masa. Tako je vidljiva razlika u okršenosti između Velikog Risnjaka, kojeg izgrađuju srednjejurski vapnenci s poslojcima dolomita i Malog Južnog Risnjaka, gdje su na površini vidljivi donjojurski tamniji vapnenci i dolomiti.

Hrpti Snježnika i Risnjaka odvojeni su krškom udolinom koja se spušta od jugoistoka prema livadama Lazca na sjeverozapadu. Tu je osobito izražena raznolikost između vapnenačke i dolomitne podloge. Na vapnencima je mikroreljef obilježen brojnim dubokim škrapama i grohotama, a na dolomitima je zaravnjeniji zbog izraženijeg mehaničkog raspadanja i potpuno je prekriven travama.

Sjeverni, relativno uski teritorij Parka obilježava posebna geomorfološka cjelina, dolina izvora Kupe do utoka Čabranke. Ona počinje znatno južnije, kod Biljevine, na rubu krške zaravni. Više jaruga usječenih u slabopropusne paleozojske klastite spaja se u dolinu potoka Krašićevica koji se spušta do izvora Kupe na 313 metara nadmorske visine.

Vrelo Kupe nalazi se na zapadnom boku doline, ispod sto metara visoke litice Kupičkog vrha oblikovane u gornjojurskim karbonatnim stijenama. Idući nizvodno, lijeva (zapadna) i desna (istočna) strana doline geomorfološki su vrlo različite. Na lijevoj strani prevladavaju paleozojske klastične stijene, koje su slabopropusne i podložne intenzivnom spiranju, zbog čega su česte jaruge i povremeni bujični tokovi. Desni bok doline Kupe odlikovan je u karbonatnim stijenama donjojurske starosti. Padine površ doline su vrlo strme, bez izraženih bočnih jaruga. Relativno usko dno doline je zaravnjeno. Sliv pritoka Kupe oblikovan je na slabootpornim paleozojskim klastitima, zbog čega se oko korita nalaze veće količine šljunkovito-pjeskovitih aluvijalnih naslaga.

### **3.3.3. Tlo**

Tlo je nezamjenjiv prirodni resurs koji je u novije vrijeme sve više ugrožen zbog negativnih antropogenih utjecaja, koji smanjuju njegovu kakvoću. Naravno, taj negativni trend nije zaobišao ni područje Nacionalnog parka Risnjak. Daljinskim transportom

onečišćujućih tvari iz industrije i prometa, tla Gorskog kotara i Risnjaka se zakiseljuju i u njima se nakupljaju znatne količine teških metala, što može ugroziti temeljni fenomen ovog područja, a to su šume.

Osim što je tlo jedan od osnovnih prirodnih resursa potrebnih za život i opstanak biljnih i životinjskih vrsta te za biljnu proizvodnju, ono ima i nezamjenjivu ulogu kao prirodni filter pitke vode. Ova uloga tla posebno je značajna za najvrjedniji potencijalni izvor za vodoopskrbu – izvor Kupe.

Na području Nacionalnog parka Risnjak nalaze se pretežno šumska tla. U dolini gornjeg dijela rijeke Kupe nalaze se uz šumska i manje površine poljoprivrednog tla, danas uglavnom napuštenih oranica i travnjaka.

Tipove tala Nacionalnog parka Risnjak detaljnije su obradili Martinović et al. (1994). U svom radu oni prikazuju pedološku kartu Parka prije proširenja u mjerilu 1:25000. Za potrebe izrade pedološke karte proširenog dijela napravljen je isječak "Zemljovida tala Primorsko-goranske županije" u mjerilu 1:50000, objavljen u studiji "Ekološko-gospodarsko vrednovanje tala Županije primorsko-goranske za potrebe razvitka poljoprivrede" (Agronomski fakultet Zagreb, 1995).

Sastav i građa tla u Nacionalnom parku Risnjak određeni su geološkom podlogom i podnebljem. Geološku podlogu čine vapnenci i dolomiti te glineni škriljavci, pješčenjaci i kvarcni konglomerati. Na samu stabilnost slojeva tla unutar Parka utječu nagnutost terena, antropogene modifikacije (prometnice, planinarski putevi, infrastrukturne građevine), a osobito važan čimbenik koji određuje stabilnost tla je šumski pokrov.

U Parku dominira crnica na vapnencu i dolomitu. Ovaj se tip tla razvija pretežno u planinskom području, na tvrdim i čistim vapnencima, dolomitima i na reljefu koji izrazito pogoduje eroziji. Nalazi se najčešće u planinskoj zoni iznad 900 m nadmorske visine pa do 1500 m nadmorske visine risnjačkih vapnenačko-dolomitnih planina, no može se naći i na nižim terenima posebno na strmim padinama i liticama.

Na području Parka prisutno je 9 tipova tala. Na površini koju zauzimaju šume prisutno je 7 tipova: vapnenačko dolomitna crnica (kalkomelanosol), rendzina, humusno silikatno tlo (ranker), distrično smeđe tlo (distrični kambisol), smeđe podzoasto tlo (brunipodzol), smeđe tlo na vapnencima i dolomitima (kalkokambisol) i lesivirano tlo (luvisol). Ostala dva tipa tla, kamenjar na vapnencu i dolomitu i koluvijalno tlo, prisutna su na nešumskim površinama unutar Parka. Informacije o tipovima tala preuzete su iz Prostornog plana Nacionalnog parka Risnjak (2001).

### **Vapnenačko dolomitna crnica (kalkomelanosol)**

Ovaj se tip tla razvija pretežno u planinskom području, na tvrdim i čistim vapnencima, dolomitima i na reljefu koji izrazito pogoduje eroziji. Nalazimo ga najčešće u planinskoj zoni iznad 900 m.n.v. pa do 1600 m naših vapnenačko-dolomitnih planina, no može se naći i na nižim terenima posebno na strmim padinama i liticama. Tlo je nekarbonatno, jako kiselo do kiselo, izrazito bogato dušikom i humusom, uslijed čega ima tamnosmeđu do crnu boju. To su veoma plitka tla, profila A-R, a na području Parka osobito su raširena u masivu Snježnik-Guslica-Planina te u vršnom dijelu Risnjaka. U tom području mogu se naći gotovo sve jedinice vapnenačko dolomitne crnice na razini potipova: organogena, organomineralna i posmeđena, sa svim varijetetima i formama. Na organogenim crnicama razvija se pretplaninska smrekova šuma na strmim nagibima i osojnim ekspozicijama, a također i zajednica jele s milavom te klekovina bora krivulja.

### **Rendzina na karbonatnim supstratima**

Ovaj se tip tla razvija na rastresitom karbonatnom supstratu kao što su karbonatne morene, na lesu i lesolikim sedimentima kao što su lapori, fliš i sl. Najveće površine rendzina na moreni zastupljene su u predjelu Lazac-Podcajtige između masiva Risnjaka i Snježnika. Najviše su prekrivene zajednicom pretplaninske bukve te bukve i jele, a u predjelu Lazca gorskom smrekovom šumom. Na rendzinama u dolini Kupe i Sušice razvija se šuma crnog graba. Rendzine su ovdje većinom plitka i karbonatna tla, neutralne do slabo kisele reakcije, jako humozne i vrlo bogate dušikom, slabo fiziološki aktivnim fosforom, a kalijem slabo do osrednje.



## **Humusno silikatno tlo ili ranker**

Razvija se isključivo na silikatnom nekarbonatnom nanosu pa je ovaj tip tla zastupljen u dolini Kupe. Imaju smanjen kapacitet za vodu, a povećan za zrak i dobre su prirode dreniranosti. U ekološkom smislu, iako pretežno šumska tla, rankeri pokazuju znatne varijacije: od plitkih, kiselih, bazama siromašnih distričnih rankera, koji nisu povoljni ni kao šumska tla, obrasla vrištinskom vegetacijom, raznim mahovinama s nešto smreke i bijelog bora na lošim staništima, do dubljih rankera, bogatijih hranjivima, obraslih planinskim travnjacima na kojima uspijevaju crni bor, a na sjevernim ekspozicijama i bukva.

## **Distrično smeđe tlo (distrični kambisol)**

Ovaj tip tla vrlo je rasprostranjen u uvjetima humidne i perhumidne klime Gorskog kotara. Dominantno se pojavljuje na pješčenjacima, konglomeratima i pjeskovitim glinama u dolini Kupe i Leske. Od šumskih zajednica na njemu se razvija zajednica jele s rebračom. To su dosta humozna tla, bogata dušikom ali izrazito siromašna fiziološki aktivnim fosforom, kisele do jako kisele reakcije.

## **Smeđe podzolasto tlo (brunipodzol)**

Ovo se tlo javlja na kiselim, kremenom bogatim supstratima u planinama Gorskog kotara. Tlo se odlikuje pjeskovitom teksturom i spada u isključivo šumska tla. Obraslo je smrekom, običnim borom ili zajednicom jele s rebračom. U sklopu Nacionalnog parka nalazimo ga u dolini Kupe oko Razloga i u dolini Leske. Po edafskim osobinama ovo tlo je vrlo slično distričnom smeđem tlu, ali je većinom dubljeg i diferenciranijeg profila.

## **Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (kalkokambisol)**

Kalkokambisol je vrlo rasprostranjen tip tla na području Parka i pojavljuje se kao tipični podtip sa svim varijetetima (plitko, srednje duboko u duboko) i formama (ilovasto i glinovito). Najviše je zastupljen u središnjem dijelu parka, a manje u dolini Kupe. To su pretežno šumska tla na kojima se razvija šuma bukve i jele te pretplaninska bukova šuma. Reakcija tla varira ovisno o tipu vegetacije i matičnom supstratu. U šumi bukve i

jele na karbonatnoj moreni ova tla su neutralne reakcije, a pod gustim sklopom gorske smrekove šume su kisela. Humusom i dušikom su dobro opskrbljena, ali oskudijevaju fiziološki aktivnim fosforom.

### **Lesivirano tlo (luvisol)**

Ova tla većinom su dublja od 30 cm i diferenciranija su po dubini od smeđih tala na vapnencima i dolomitima, naročito po mehaničkom sastavu. To su eluvijalno-iluvijalna tla A-E-Bt-R profila, nastala u mirnijim dijelovima reljefa gdje je omogućena veća akumulacija zemljišnog materijala kroz duže vremensko razdoblje. Najzastupljenija su u predjelu Strmac, između Malog Sela i Biljevine. Obrasla su šumom bukve i jele. Vrlo su bogata dušikom, slabo fiziološki aktivnim fosforom, a kalijem slabo do osrednje.

### **Kamenjar na vapnencu i dolomitu**

Kamenjar je nerazvijeno, veoma plitko skeletno tlo (A)-C profila, s izrazitom ekcesivnom dreniranošću. Unutar Parka ovaj tip tla karakterističan je za središnji masiv i Viljsku ponikvu te ponegdje za masiv Snježnik-Guslica-Planina. Na ovom tlu razvija se oskudna ali specifična pretplaninska vegetacija.

### **Koluvijalno tlo**

Ova tla pokrivaju pridanke strmih padina i dijelove ponikvi, gdje dospijevaju spiranjem supstrata s viših terena bujičnim vodotocima i površinskim vodama.

## **3.4. FLORNE I VEGETACIJSKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA**

Masiv Risnjaka, kao i cijeli Gorski kotar obiluje bioraznolikošću, prvenstveno zahvaljujući različitim mikroklimatskim i geološkim uvjetima, miješanju kontinentalne i primorske klime te dinaridskih i alpskih vrsta. O tome svjedoči brojka od 1148 vrsta i podvrsta zabilježenih tijekom terenskih istraživanja od 2004. do 2006. godine i to samo na teritoriju Nacionalnog parka Risnjak. Od ukupnog zabilježenog broja svojti,

ugroženima se smatra 2%, dok je zastupljenost svojti koje uživaju zaštitu međunarodnih konvencija čak 7,1%.

Iako su sve biljke na teritoriju Nacionalnog parka Risnjak samim time zaštićene i nije ih dozvoljeno brati, iskapati i uništavati, posebnu pažnju zaslužuju vrste koje su na popisu posebno zaštićenih vrsta Republike Hrvatske, endemične i reliktno vrste, kao i planinske vrste koje na Risnjaku i Snježniku imaju svoja malobrojna ili jedina staništa.

Prema Prostornom planu Nacionalnog parka Risnjak iz 2001. godine, u njemu svoje stanište nalazi 20 posebno zaštićenih vrsta: planinski bor (*Pinus mugo* Turra), tisa (*Taxus baccata* L.), kitaibelov pakujac (*Aquilegia kitaibelli* Schott), planinčica (*Trollius europaeus* L.), lovorasti krestušac (*Polygala buxifolia* Kunth), božikovina (*Ilex aquifolium* L.), crveni likovac (*Daphne cneorum* L.), lovorasti likovac (*Daphne laureola* L.), alpski kotrljan (*Eryngium alpinum* L.), dlakavi pjenišnik (*Rhododendron hirsutum* L.), kluzijeva sirištara (*Gentiana clusii* E.P.Perrier et Sonjeon), žuta sirištara (*Gentiana lutea* L.), kranjski bijeli bun (*Scopolia carniolica* Jacq.), kraški runolist (*Leontopodium alpinum* Crass.), zvjezdasti ljiljan (*Lilium bulbiferum* L.), ljiljan zlatan (*Lilium martagon* L.), širokolisna veprina (*Ruscus hypoglossum* L.), crvena naglavica (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.) i crni vranjak (*Gymnadenia nigra* (L.) Rich.).

Tablica 1. - Sažeti prikaz raznolikosti flore Nacionalnog parka Risnjak na temelju terenskih opažanja u periodu 2004-2006.god. u sklopu provedbe projekta KEC, literaturnih podataka, vezanih podataka o broju endemičnih i ugroženih svojti (prema Nikolić i Topić 2005.), nazočnosti svojti koje su predmetom Bernske konvencije (1979 – Prilog I. i Preporuke 46. iz 1996.) te Direktive o staništima (Prilozi II, IV i V iz 2004.prema Flora Croatica Database, zaključno s veljačom 2007.)

Prioritetno područje	NP RISNJAK
<b>Vrsta</b>	
Ukupno	1081
Terenska opažanja	719
Obrađena literatura	895
<b>Vrsta i podvrsta</b>	
Ukupno	1148
Terenska opažanja	764
Literatura	921
<b>Endemičnih vrsta i podvrsta (s.l.)</b>	31
<b>Bernska konvencija</b>	70
<b>Direktiva o staništima</b>	11
<b>UGROŽENOST</b>	
CR	3
EN	17
VU	21
NT	37
DD	22
LC	9

Od endemičnih biljaka Šegulja et al. (1994.) posebno izdvajaju endeme Hrvatske, s 18 vrsti u flori Nacionalnog parka Risnjak. Endemi užeg područja Europe zastupljeni su ovdje sa 70 predstavnika, a endemi širih i brdskih područja Europe s 84 vrste. Ugroženost i važnost velikog dijela tih vrsta prepoznata je i u Hrvatskoj i uvrštene su u Crvenu knjigu biljnih vrsta Republike Hrvatske. Na teritoriju Parka to su sljedeći taksoni: *Achillea clavenae* L., *Aquilegia kitaibelii* Schott, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Arnica montana* L., *Campanula cochleariifolia* Lam, *Campanula justiniana* Wit., *Cephalanthera rubra* (L.) L.C.M.Rich., *Cirsium eriophorum* Scop., *Cyclamen purpurascens* Mill., *Daphne cneorum* L., *Daphne laureola* L., *Daphne mezereum* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Dryas octopetala* L., *Epimedium alpinum* L., *Eryngium alpinum*

*L.*, *Gentiana asclepiadea* L., *Gentiana clusii* Perr. et Song., *Gentiana pneumonanthe* L., *Gentiana symphyndra* (Murb.) Fritsch, *Helleborus niger* L. var. *macranthus* (Freyn) Schiffner, *Hepatica nobilis* Mill., *Heracleum orsinii* Guss. var. *balcanicum* Thell, *Ilex aquifolium* L., *Iris sibirica* L., *Iris variegata* L., *Leontopodium alpinum* Cass var. *kresense* Derg., *Leucjum vernum* L., *Lilium bulbiferum* L., *Lilium carniolicum* Bernh. ex Koch, *Lilium martagon* L., *Linaria alpina* (L.) Mill, *Linum capitatum* Kit. ex Schultes, *Listera cordata* (L.) R.Br., *Lycopodium clavatum* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Narcissus radiifolius* Salisb., *Orchis mascula* (L.) L., *Pinguicula alpina* L., *Polygala chamaebuxus* L., *Polygala croatica* Chadet, *Pulsatilla alpina* (L.) Delarbre ssp. *alpina*, *Ranunculus scutatus* Waldst. et Kit., *Rhododendron hirsutum* L., *Ruscus hypoglossum* L., *Saussurea discolor* (Willd.) DC., *Saxifraga paniculata* Mill., *Scopolia carniolica* Jacq., *Senecio doronicum* (L.) L., *Seseli malyi* A. Kern., *Soldanella pyrolaefolia* Schott, Nym. Et Kotschy, *Taxus baccata* L., *Telekia speciosa* (Schreb) Baumg. i *Trollius europaeus* L.

Od gore navedenih taksona, 23 vrste spadaju u kategoriju rijetkih biljaka (R), 16 u ugrožene biljke (E), a njih 15 nosi status osjetljivih biljaka (V), što čini ukupno 54 vrste od 226, odnosno 24% vrsta obrađenih u Crvenoj knjizi.

### **3.4.1. Šumske zajednice**

Šume su temeljni prirodni fenomen zbog kojega je ovo područje i proglašeno nacionalnim parkom. Gotovo 96% površine ili 6 101 ha Nacionalnog parka Risnjak pokriveno je šumom. Od ukupne šumske površine Parka u državnom je vlasništvu 5 616 ha ili 92%, dok je u privatnom vlasništvu 485 ha ili 8%. Šume u Nacionalnom parku Risnjak predstavljaju tipičnu vegetaciju tog područja i na njihovo gospodarenje Park ima relativno malo utjecaja. Šumama unutar Parka se u pravilu ne gospodari, osim u izvanrednim okolnostima, kao što su požari ili najeзде insekata, kada se poduzimaju "ad hoc" mjere u suradnji s Hrvatskom agencijom za okoliš i prirodu te Upravom za zaštitu prirode u sklopu Ministarstva zaštite okoliša i energetike.

Kao i u ostatku Dinarskog gorja, vegetacija na Risnjaku i Snježniku odlikuje se izrazitim visinskim raščlanjenjem. Razlikuje se nekoliko visinskih pojasa vegetacije u kojima se razvijaju pripadajuće klimazonalne šumske zajednice. Prema Bertoviću

(1994), od najnižih dijelova Nacionalnog parka prema vrhu Risnjaka i Snježnika razlikuju se sljedeći pojasi:

- Niži gorski pojas s klimazonalnom zajednicom gorske bukove šume (*Lamio orvalae-Fagetum*)
- Viši gorski pojas s klimazonalnom zajednicom bukovo jelove šume (*Omphalodo-Fagetum*)
- Niži pretplaninski pojas s klimazonalnom zajednicom pretplaninske bukove šume (*Ranunculo platanifolii-Fagetum*)
- Viši pretplaninski pojas s klimazonalnom zajednicom klekovine bora krivulja (*Hyperico grisebachii-Pinetum mugii*)

Osim klimazonalnih zajednica, u svakom pojasu pridolazi još niz prirodnih i antropogenih zajednica koje su se razvile pod utjecajem specifičnih reljefnih, klimatskih, geoloških, antropogenih i drugih uvjeta. O izuzetnoj prirodnoj vrijednosti ovog područja svjedoči čak 15 različitih šumskih zajednica (prema službenoj internet stranici NP Risnjak, 2014), a to su:

- bukovo-jelove šume s mišjim uhom zapadnih Dinarida (*Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993.)
- dinarska jelova šuma s milavom na vapnenačkim blokovima (*Calamagrostio-Abietetum* Horvat (1950.) Horvat in Cestar 1967.)
- pretplaninska smrekova šuma s alpskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Piceetum* (Bertović 1975) Vukelić, Alegro, Šegota et Šapić 2010)
- gorska smrekova šuma sa šumskim pavlovcem (*Aremonio-Piceetum* Horvat 1938)
- jelova šuma s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horvat (1938) Horvat in Cestar 1967)
- pretplaninska bukova šuma s planinskim žabnjakom (*Ranunculo platanifolii-Fagetum* (Horvat 1938) Marinček et al. 1993)

- preplaninska smrekova šuma s modrom kozokrvinom (*Lonicero caeruleae-Piceetum* Zupančić (1976) 1994 corr. 1999)
- dinarske sastojine bora krivulja s alpskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Pinetum mugi* (Horvat 1938) ex T. Wraber, Zupančić et Žagar 2004)
- šikara velelisne vrbe (*Salicetum appendiculatae* (Horvat 1938) Oberd. 1957)
- brdska bukova šuma s mrtvom koprivom (*Lamio orvale-Fagetum sylvaticae* (Horvat 1938) Borhidi 1963)
- šuma crnog graba s risjem (*Erico carneae-Ostryetum* Horvat (1938) 1959.)
- bukova šuma s crnim grabom (*Ostryo-Fagetum sylvaticae* M. Wraber ex. Trinajstić 1972)
- bukova šuma s rebračom (*Blechno-Fagetum* (Horvat 1950) Tx. et Oberd. 1958 corr. Rivas-Martinez 1962)
- sastojine sivkaste i veleresne vrbe (*Salicetum eleagno-daphnoidis* Moor 1958)
- Šuma sive johe i mrtve koprive (*Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010)

U nastavku slijedi njihov sažet opis za istraživano područje, ali i za njihov areal u Dinaridima Hrvatske. Opis je sažet prema radovima Horvata (1953, 1962), Rauša i Vukelića (1984), Vukelića (2012) i drugih autora.

**Bukovo-jelove šume s mišjim uhom zapadnih Dinarida** (*Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993.)

Osim na risnjačkom masivu, ova asocijacija rasprostire se i na Velebitu, Velikoj i Maloj Kapeli te na plitvičkom području. Uspijeva na vapnencima i dolomitima, lesiviranim tlima, kalkomelanosolima i kalkokambisolima, na visinama od 600 do 1300 metara, na gotovo svim terenima, nagibima i ekspozicijama. Veoma je bogatog flornog sastava gdje u sloju drveća dominiraju bukva i jela, a manji udio imaju smreka, gorski

javor te mjestimično obični jasen, gorski brijest, mliječ i jarebika. Osim vrsta iz sloja drveća, sloj grmlja čine *Rhamnus alpinus* ssp. *fallax*, *Lonicera xylosteum*, *L. alpigena*, *Daphne mezereum*, *D. laureola* i dr. U prizemnom rašću posebno se ističu svojstvene vrste asocijacije *Omphalodes verna* i *Calamintha grandiflora*, a od ostalih vrsta sveze *Aremonio-Fagion* veći udio imaju *Aremonia agrimonoides*, *Cardamine trifolia*, *Euphorbia carniolica*, *Scopolia carniolica*, *Cardamine kitaibelii*, *Cyclamen purpurascens*, *Lamium orvala*, *Cardamine enneaphyllos* i dr. Broj vrsta iz reda *Fagetalia* i nižih jedinica također je iznimno velik, a neke od njih kao što su *Mycelis muralis*, *Sanicula europaea*, *Galium odoratum*, *Viola reichenbachiana* i *Prenanthes purpurea* nalaze se na preko 90% snimaka.

Prema Jelaski (2005, 2006) ova se asocijacija u hrvatskim Dinaridima raščlanjuje na sljedeće subasocijacije:

- *homogynetosum* – razvijenu na kamenitim terenima Velebita i Gorskog kotara na visinama između 950 i 1250 m s razlikovnom vrstom *Homogyne sylvestris*
- *galietosum odorati* – također iz hladnijeg i oborinama bogatijeg areala zajednice s razlikovnim vrstama *Galium odoratum*, *Sanicula europaea* i *Cardamine enneaphyllos*
- *aceretosum pseudoplatani* – pridolazi pretežno u Gorskom kotaru između 750 i 1000 m s razlikovnom vrstom *Acer pseudoplatanus*
- *mercurialietosum perennis* – između 620 i 915 m na sušim i skeletnijim tlima bez klimatskih ekstrema i s razlikovnim vrstama *Cyclamen purpurascens*, *Helleborus niger*, *Helleborus odorus*, *Epimedium alpinum* i *Mercurialis perennis*
- *asaretosum europaeum* – suše i niže područje Like s razlikovnom vrstom *Asarum europaeum*
- *seslerietosum autumnalis* – u zaleđu Vinodola s većom količinom oborina, visinom od 800 do 930 m i razlikovnim vrstama iz reda *Quercetalia pubescentis*.



**Dinarska jelova šuma s milavom na vapnenačkim blokovima (*Calamagrostio-Abietetum* Horvat (1950.) Horvat in Cestar 1967.)**

Ova je zajednica karakteristična za Gorski kotar i nešto manje za Velebit. Najbolje je razvijena na risnjačkom masivu, u okolici Crnog Luga i Broda na Kupi, dok su na Velikoj Kapeli posebno impresivne sastojine na Bijelim stijenama. U većem dijelu areala okružena je pretplaninskom bukovom šumom, a u nižim predjelima fitocenoza raste u okviru altimontanskog pojasa bukovo-jelovih šuma, kojima teži njezin sindinamički razvoj. Uspijeva na vapnenačko-dolomitnoj crnici između pukotina stijena, na gornjim, otvorenim, sunčanim i toplim padinama, najčešće na 1100 m i više. U ovoj je zajednici zabilježeno preko sto vrsta. U raskidanom sklopu drveća jela prevladava u cijelom arealu, na višim dijelovima pridružuje joj se smreka, a u nižim dijelovima velelisna lipa. Bukva izostaje premda gotovo uvijek okružuje staništa jelove šume s milavom. Sociološki su važne acidofilne vrste crnogoričnih šuma razreda *Vaccinio-Piceetea* i pripadajućih jedinica: *Juniperus communis* ssp. *alpina*, *Calamagrostis arundinacea*, *Clematis alpina*, *Goodyera repens*, *Adenostyles alpina*, *Rosa pendulina*, *Lonicera nigra*, *Valeriana tripteris*, *Oxalis acetosella*, *Vaccinium myrtillus*, *Maianthemum bifolium* i dr. Iz reda *Fagetalia* česte su *Daphne mezereum*, *Sambucus racemosa*, *Rhamnus alpinus* ssp. *fallax*, *Calamintha grandiflora*, *Prenanthes purpurea* i *Cardamine trifolia*, a od ostalih sintaksona *Rubus idaeus*, *Asplenium trichomanes*, *Polygonatum verticillatum*, *Dryopteris filix-mas* i druge. Posebno su značajne razlikovne vrste u odnosu prema ostalim dvjema asocijacijama obične jele: *Ranunculus platanifolius*, *Cirsium erisithales*, *Laserpitium krapfii*, *Rosa pendulina*, *Homogyne sylvestris*, *Clematis alpina* te neke vrste vapnenačkih stijena kao što su *Valeriana tripteris*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride* i *Juniperus communis* ssp. *alpina*.

Prema sporednim vrstama drveća i njihovim prtilicama izdvojene su dvije subasocijacije:

- *piceetosum* u području pretplaninske bukove šume s razlikovnim vrstama *Picea abies* i vrstama pretplaninskog pojasa
- *tilietosum* u području bukovo-jelovih šuma s malolisnom lipom i drugim termofilnijim vrstama

Ova se zajednica ističe slabim visinskim i debljinskim prirastom, uskim godovima te čvrstim i trajnim drvom. Njezino je najveće značenje u sindinamici i zaštiti staništa od erozije.

**Pretplaninska smrekova šuma s alpskom pljuskavicom** (*Hyperico grisebachii-Piceetum* (Bertović 1975) Vukelić, Alegro, Šegota et Šapić 2010)

Ova se asocijacija rasprostire iznad 1400 m nadmorske visine na često neprohodnim, izrazito stjenovitim vrhovima, grebenima, kukovima, škrapama i gornjim vrlo strmim prisojnim padinama. Kamenitost terena koja je redovito iznad 50% bitna je značajka staništa ove zajednice i uvelike utječe na prekinut sklop drveća te sastav grmlja i prizemnog rašća. Tla su najčešće različiti podtipovi kalkomelanosola, nešto rjeđe plitki kalkokambisol. Ekološka amplituda pridolaska ove zajednice vrlo je uska, gdje su specifične reljefne, pedološke i klimatske prilike nepovoljne za uspješan rast šumske vegetacije. U isprekidanom sloju drveća potpuno prevladava smreka, u sloju grmlja, uz vrste iz sloja drveća s velikom stalnošću pridolaze *Lonicera caerulea* ssp. *borbasiana*, *Clematis alpina*, *Vaccinium myrtillus*, *Rosa pendulina*, *Salix appendiculata*, *Rubus idaeus*, *Sambucus racemosa* i *Juniperus communis* ssp. *alpina*. U sloju prizemnog rašća prevladavaju vrste svojstvene za smrekove šume većeg dijela Europe, ali ipak treba istaknuti *Calamagrostis varia*, *Cirsium erisithales* i *Carex ornithopoda* koje pripadaju redu *Erico-Pinetalia*. Razlikovne vrste u odnosu na slične smrekove sastojine su: *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Salix appendiculata*, *Sambucus racemosa*, *Achillea clavenae*, *Gentiana lutea* ssp. *symphyandra*, *Hypericum richeri* ssp. *grisebachii* i dr. Ova fitocenoza nema gospodarsko ali ima veliko zaštitno i prirodoznanstveno značenje.

**Gorska smrekova šuma sa šumskim pavlovcem** (*Aremonio-Piceetum* Horvat 1938)

U Hrvatskoj se najveće površine ove asocijacije nalaze u uvali Štirovača na Velebitu, manje na Apatišanu, u Gorskom kotaru poznatiji lokaliteti su Lazac, Podi, zatim rubovi livada poput Gašparca i Lividrage te fragmentarno u ostalim mrazišnim uvalama gorskog područja. To je fitocenoza širokih udolina, od 900 do 1100 m nadmorske visine, u kojima je veća koncentracija hladnog zraka, takozvanih mrazišta, gdje i u ljetnim mjesecima apsolutna minimalna temperatura zraka često padne ispod

nule. Upravo je mikroklima temeljni razlog rasprostranjenosti ovih šuma. Zajednica uspijeva na različitim tipovima tala i vapnenastoj podlozi koju prekrivaju nanosi sprani s okolnih vrhova. Konfiguracija terena redovito je ravnična i već manji nagib uvjetuje obilniju pojavu bukve i prijelaz u bukovo-jelovu šumu. U sloju drveća potpuno dominira smreka, uz koju pridolaze i bukva i jela slabije vitalnosti, a redovita je i jarebika. Sloj grmlja je mjestimično bujan zahvaljujući borovnici (*Vaccinium myrthillus*), a uz nju česte su i sociološki važne *Lonicera nigra*, *Rosa pendulina* i *Rubus saxatilis*. Sloj prizemnog rašća prilično je homogen. Od acidofilnih vrsta karakterističnih za smrekove šume najveći udio imaju *Luzula luzulina*, *Hieracium murorum*, *Maianthemum bifolium*, *Gentiana asclepiadea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Oxalis acetosella* i nekoliko vrsta mahovina. Od vrsta iz reda *Adenostyletalia* ističu se *Rubus idaeus*, *Polygonatum verticillatum*, *Doronicum austriacum* i *Veratrum album*, a od vrsta iz reda *Fagetalia* česte su *Prenanthes purpurea*, *Paris quadrifolia*, *Mycelis muralis*, *Symphytum tuberosum*, *Euphorbia dulcis* i dr. Od ilirskih vrsta ističu se *Aremonia agrimonoides* i *Cardamine trifolia*. Kao razlikovne vrste u odnosu na ostale smrekove šume na Dinaridima izdvajaju se *Luzula luzulina*, *Aremonia agrimonoides*, *Euphorbia dulcis*, *Veronica officinalis* i *Myosotis sylvatica*.

#### **Jelova šuma s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horvat (1938) Horvat in Cestar 1967)**

Velike i gospodarski značajne površine jelove šume s rebračom nalaze se u dolinama rijeka Kupe i Čabranke, u široj okolini jezera Lokvarka i Bajer, u Sungerskom lugu i Belevinama, Lesci kod Crnog Luga te u dolinama Pečinskoga potoka i Sušice između Skrada i Ravne gore. Unutar granica Parka ova zajednica zauzima manje površine doline Leske, a u proširenom dijelu manje površine se nalaze oko sela Krašičevica, Okrug, Plajzi i Biljevina. Raste na silikatnim stijenama i podzoliranim tlima unutar bukovo-jelove šume, na visinama od 650 do 950 m. Tla su luvisoli i distrični kambisoli, kojima je glavno svojstvo izrazito kisela reakcija tla s pH u vodi između 4 i 5. U sloju drveća prevladava obična jela, uz koju redovito dolaze smreka i jarebika te bukva smanjene vitalnosti. Sloj grmlja slabije je razvijen i u njemu se uz obilan pomladak jele i jarebike nalaze *Lonicera nigra* i *Rubus idaeus*. U prizemnom rašću koje ne obiluje vrstama ističu se razlikovne vrste prema ostalim jelovim zajednicama:

*Lycopodium annotinum*, *Veronica officinalis* i *Luzula pilosa*. Osim njih, prisutne su i *Huperzia selago*, *Hieracium murorum*, *Luzula luzulina*, *Goodyera repens*, *Calamagrostis arundinacea*, *Gentiana asclepiadea*, *Oxalis acetosella* i mahovine.

Prema Horvatu (1950) razlikuju se dvije subasocijacije:

- *galietosum rotundifoliae* koja je češća, razvijena na sušim staništima i padinama s razlikovnim vrstama *Galium rotundifolium*, *Solidago virgaurea*, *Calamintha grandiflora*, *Mycelis muralis* i *Carex pilulifera*.
- *hylocomietosum loreum* koja uspijeva na vlažnim staništima u manjim depresijama, s razlikovnim vrstama *Hylocomium loreum*, *Carex brizoides*, *Maianthemum bifolium*, *Sphagnum girgensohnii* i *Lysimachia nemorum*.

**Pretplaninska bukova šuma s planinskim žabnjakom** (*Ranunculo platanifolii-Fagetum* (Horvat 1938) Marinček et al. 1993)

Ova šumska zajednica pokriva velike površine pretplaninskog pojasa u Gorskom kotaru, osobito u prstenu oko Velikog Risnjaka, na sjevernom Velebitu i Plješevici. To je područje uglavnom iznad 1200 m nadmorske visine, na podlozi od vapnenačkih stijena različite građe i starosti, mjestimično s ulošcima dolomita. U sloju drveća dominira bukva uz stalan udio gorskog javora te pojedinačno smreke i u nižim područjima jele. Razlikovne i vrste svojstvene ovoj asocijaciji su *Saxifraga rotundifolia*, *Adenostyles alliariae*, *Polystichum lonchytis*, *Cicerbita alpina* te *Adenostyles alpina*, *Polygonatum verticillatum* i *Ranunculus platanifolius*. Od ilirskih vrsta prisutne su *Calamintha grandiflora*, *Cardamine enneaphyllos*, *Cardamine trifolia* i *Aremonia agrimonoides*. Iz reda *Fagetalia* svojom stalnošću se izdvajaju *Lamium galeobdolon*, *Prenanthes purpurea*, *Viola reichenbachiana*, *Galium odoratum*, *Paris quadrifolia*, *Mercurialis perennis*, *Festuca altissima*, *Mycelis muralis* i *Cardamine bulbifera* te *Lonicera alpigena* u sloju grmlja.

Prema istraživanjima Pelcera i Medvedovića (1988) razlikuju se tri subasocijacije:

- *typicum* koja pridolazi u donjim i srednjim položajima s bogatijim flornim sastavom

- *seslerietosum* na priobalnoj strani Dinarida s jakim sredozemnim utjecajem i termofilnim vrstama
- *adenostyletosum* u višim položajima pretplaninskog pojasa s karakterističnim sabljastim deblima i razlikovnim vrstama *Adenostyles alliariae*, *Cicerbita alpina*, *Ranunculus platanifolius* i *Astrantia major*

Sastojinama ove asocijacije uglavnom se više ne gospodari, već su one značajne prvenstveno zbog zaštitne uloge, najviše sprječavanja erozije, zaštite tla i ublažavanja klimatskih ekstrema te očuvanja staništa divljih biljnih i životinjskih vrsta.

**Pretplaninska smrekova šuma s modrom kozokrvinom** (*Lonicero caeruleae-Piceetum* Zupančić (1976) 1994 corr. 1999)

Najljepše sastojine ove asocijacije nalaze se na risnjačkom masivu, posebno u predjelu Smrekovac te na više lokaliteta Velike Kapele gdje se osobito ističu Bijele i Samarske stijene. Kao svojstvene vrste ove asocijacije ističu se *Lonicera caerulea* ssp. *borbasiana*, *Lonicera nigra*, mahovina *Sanionia uncinata*, a kao lokalno razlikovne *Lycopodium annotinum* i *Vaccinium vitis-idaea*. Uz već navedene razlikovne vrste u odnosu na ostale dvije pretplaninske smrekove zajednice u Hrvatskoj, ova se zajednica odlikuje većim udjelom vrsta *Calamagrostis arundinacea*, *Abies alba*, *Gentiana asclepiadea*, *Solidago virgaurea*, *Phegopteris connectilis*, a od ostalih sintaksona posebno se ističe *Cardamine trifolia*. S druge strane, u odnosu na ekološki i fizionomski sličnu zajednicu *Laserpitio krapfii-Piceetum*, u njoj izostaju ili su slabije zastupljene vrste *Melampyrum velebiticum*, *Calamagrostis varia*, *Carex ornythopoda*, *Campanula rotundifolia* te veći broj vrsta reda *Fagetalia*.

**Dinarske sastojine bora krivulja s alpskom pljuskavicom** (*Hyperico grisebachii-Pinetum mugi* (Horvat 1938) ex T. Wraber, Zupančić et Žagar 2004)

Sastojine bora krivulja čine gornju granicu šumske vegetacije u hrvatskim dinarskim planinama. Sastojine ove asocijacije posebno su sačuvane i lijepo razvijene na risnjačkom masivu i zavižanskom skupu na sjevernom Velebitu. Fitocenoza bez izražene slojevitosti obrašćuje stjenovite vrhove, glavice i padine, rastući na vrlo malo

crnice sa sirovim humusom. Ova zajednica raste u umjereno hladnoj, perhumidnoj klimi s visokim i dugotrajnim snježnim pokrivačem i jakim vjetrovima, uglavnom iznad 1400 m nadmorske visine. Zbog inverzije šumske vegetacije u vrtačama se spušta niže pa se na Risnjaku nalazi na 1184 m. U flornom sastavu zajednice značajne su brojne borealne i arktičke vrste čija je rasprostranjenost u tom području vezana uz posljedice glacijacije. Uz bor klekovinu i poneku kržljivu smreku i klekastu bukvu, raste velelisna vrba (*Salix appendiculata*), jarebika (*Sorbus aucuparia* var. *glabrata*), planinska kozokrvina (*Lonicera borbasiana*), mukinjica (*Sorbus chamaemespilus*), ruža (*Rosa pendulina*), planinski ribiz (*Ribes alpinum*), klečica (*Juniperus communis* ssp. *nana*), borovnica (*Vaccinium myrtillus*), brusnica (*Vaccinium vitis-idaea*), kupina kamenjarka (*Rubus saxatilis*), a posebno je na risnjačkom masivu zanimljiv dlakavi sleč (*Rhododendron hirsutum*). Osim njih, značajne su i druge vrste: *Luzula sylvatica*, *Polystichum lonchitis*, *Laserpitium krapfii*, *Dryopteris dilatata*, *Luzula luzulina*, *Lycopodium annotinum*, *Veronica urticifolia*, *Calamagrostis arundinacea*, *Gentiana asclepiadea*, *Clematis alpina* i nekoliko vrsta mahovina. Vrste visokih zeleni iz reda *Adenostyletalia* vrlo su česte i mjestimično pridolaze s velikom pokrovnošću: *Ranunculus platanifolius*, *Polygonatum verticillatum*, *Rubus idaeus*, *Veratrum album*, *Saxifraga rotundifolia*, *Geranium sylvaticum*, *Adenostyles alliariae* i *Senecio ovatus*.

Asocijaciju je Horvat (1962) raščlanio na dvije subasocijacije: *typicum* i *fagetosum* s prevlašću bukve.

### **Šikara velelisne vrbe** (*Salicetum appendiculatae* (Horvat 1938) Oberd. 1957)

Ova fitocenoza pridolazi na rubovima ponikava s dugim zadržavanjem snijega i prevlašću vrsta iz reda *Vaccinio-Piceetalia* i razreda *Vaccinio-Piceetea*, ali i značajnim udjelom vrsta iz reda *Adenostyletalia*.

### **Brdska bukova šuma s mrtvom koprivom** (*Lamio orvale-Fagetum sylvaticae* (Horvat 1938) Borhidi 1963)

Ova fitocenoza je rasprostranjena u dinarskom području Gorskog kotara, Male i Velike Kapele, Velebita, na području Plitvičkih jezera te u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Pridolazi na visinama od 400 do 800 m, na različitim ekspozicijama, ravnim terenima,

platoima, slabije izraženim grebenima i na ne tako strmim padinama. Najčešće raste na smeđem tlu i crnici na vapnencu te na distričnim smeđim tlima i luvisolima na silikatima. U sloju drveća prevladava bukva, a uz nju rastu i gorski javor, mliječ, obični jasen, gorski brijest, mjestimično jela, pitomi kesten, velelisna lipa i dr. Sloj grmlja često je vrlo bogat i uz vrste iz sloja drveća grade ga *Daphne mezereum*, *Daphne laureola*, *Staphylea pinnata*, *Sambucus nigra*, *Lonicera alpigena*, *Euonymus latifolius*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna* i dr. U osobito bujnom sloju prizemnog rašća pridolaze *Lamium orvala*, *Calamintha grandiflora*, *Omphalodes verna*, *Scopolia carniolica*, *Geranium nodosum*, *Galium odoratum*, *Sanicula europaea*, *Actaea spicata*, *Carex sylvatica*, *Pulmonaria officinalis*, *Anemone nemorosa*, *Lilium martagon*, *Mercurialis perennis*, *Lamium galeobdolon*, *Cardamine bulbifera* i mnoge druge.

### **Šuma crnog graba s risjem (*Erico carneae-Ostryetum* Horvat (1938) 1959)**

Ova je zajednica rasprostranjena na manjim fragmentima u Gorskom kotaru, poglavito u dolini rijeke Kupe, na Kleku te na Samoborskom i Žumberačkom gorju. Horvat ih je opisao kao "niske šumice ili šikare, često inicijalni stadij u obraščivanju stijena, koje nastavaju na ekstremnim staništima. Tlo je plitko, kamenito, propusno, vrlo humozno (rendzina). Daljnji razvoj vegetacije moguć je jedino na blažim nagibima, gdje se zajednica razvija prema zonalnoj vegetaciji". Staništa ove zajednice su strme, južne padine do 650 m nadmorske visine. Horvat je kao regionalno svojstvene vrste ove asocijacije naveo *Acer obtusatum*, *Daphne blagayana*, *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus* i *Carex alba*. Sociološki najznačajnije vrste razreda *Erico-Pinetea* i nižih jedinica u sloju grmlja su *Amelanchier ovalis*, *Genista januensis* i *Cotoneaster nebrodensis*, a u sloju prizemnog rašća *Carex alba*, *Polygala chamaebuxus*, *Buphtalmum salicifolium*, *Galium lucidum*, *Aquilegia vulgaris* i dr. Uz njih, vrlo su česte i vrste iz reda *Quercetalia pubescentis*: *Acer obtusatum*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Sorbus aria*, *Viburnum lantana*, *Cornus mas*, *Mellitis melissophyllum*, *Polygonatum odoratum* i *Clematis recta*.

**Bukova šuma s crnim grabom (*Ostryo-Fagetum sylvaticae* M. Wraber ex. Trinajstić 1972)**

To je termofilna, kontinentalna zajednica bukovih šuma, razvijena na prisojnim položajima submontanskog i montanskog pojasa, na karbonatnom supstratu i bazofilnim tlima, najčešće na vapnenačkim crnicama i rendzinama na dolomitu. Raste na visinama do 700 m, najproširenija je u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Gorskom kotaru. U sloju drveća prevladava bukva, a uz nju čest je i crni grab, javor gluhać, mukinja i crni jasen. Sloj grmlja, osim vrsta iz sloja drveća, čine *Rosa arvensis*, *Daphne mezereum*, *Cornus mas* i *Sorbus torminalis*. U često bujnom sloju prizemnog rašća dominiraju bazofilno-termofilne vrste kao što su *Erica carnea*, *Buphtalmum salicifolium*, *Peucedanum oreoselinum* i dr. Uz njih česte su neutrofilno-bazofilne vrste *Salvia glutinosa*, *Cyclamen purpurascens*, *Knautia drymeia*, *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum* i dr. Kao svojstvene vrste ove asocijacije izdvojene su *Ostrya carpinifolia*, *Acer obtusatum* i *Helleborus niger*.

**Bukova šuma s rebračom (*Blechno-Fagetum* (Horvat 1950) Tx. et Oberd. 1958 corr. Rivas-Martinez 1962)**

U Hrvatskoj raste u Gorskom kotaru, u okolici Crnog Luga i posebno u području Broda na Kupi, a fragmentarno i na Samoborskom gorju, Maclju i Strahinšćici. Raste na visinama od 300 do 700 m, obično u uvjetima visoke zračne i prizemne vlage, na smeđim kiselim tlima na silikatnoj podlozi. Florni sastav relativno je siromašan i čine ga biljke acidofilnih bukovih i hrastovih šuma. Značajne su i neke vrste viših područja zapadne Hrvatske i Slovenije koje toj fitocenozi daju prijelazni karakter prema acidofilnim crnogoričnim šumama razreda *Vaccinio-Piceetea*. To su *Blechnum spicant*, *Gentiana asclepiadea*, *Luzula pilosa*, *Solidago virgaurea* i *Vaccinium myrtillus*. U sociološkom smislu najvažnije su svojstvene vrste: *Blechnum spicant*, *Oreopteris limbosperma* i mahovina *Leucobrium glaucum*. U sloju drveća potpuno prevladava bukva, a slabije su prisutni pitomi kesten, hrast kitnjak, obični grab i breza. U NP Risnjak ova asocijacija zauzima znatne površine na obroncima koji se sa zapada spuštaju prema toku rijeke Kupe od njenoga izvora do ušća rijeke Čabranke.



### **Sastojine sivkaste i veleresne vrbe (*Salicetum eleagno-daphnoidis* Moor 1958)**

Asocijacija je vrlo heterogenog sastava, a kao lokalno karakteristične vrste navode se *Salix eleagnos*, *Myricaria germanica* i *Salix daphnoides*. U Gorskot kotaru zabilježena je uz rijeku Kupu, gdje raste na samim obalama i donjim položajima, dok na višim položajima, ovisno o visini i učestalosti poplava te naletu vrsta iz okolnih bukovih šuma, najčešće rastu sastojine crne i sive johe. *Salix eleagnos* raste kao pionirska vrsta uz tekuću vodu, najčešće je grmolika oblika, ali raste i kao više drvo.

### **Šuma sive johe i mrtve koprive (*Lamio orvalae-Alnetum incanae* Dakskobler 2010)**

Ova je zajednica najprije opisana u sjeverozapadnom dijelu Slovenije (Dakskobler 2010), nakon čega su je Vukelić, Baričević i Šapić (2012) istražili u Gorskot kotaru, uz korita rijeka Kupe, Kupice, Čabranke i Belice. Te su rijeke konjonskog karaktera gdje se zbog utjecaja poplavne vode pojačano premještaju šljunkoviti i pjeskoviti sedimenti na kojima se razvijaju prozračna i humusna tla. Teren je visok između 220 i 450 m. U odnosu na sastojine u Sloveniji, šume sive johe u Gorskot kotaru obiluju kukurijekom (*Helleborus dumetorum*). Sloj drveća prilično je heterogeno građen, stalni su siva joha i gorski jasen, a udio ostalih vrsta vezan je uz geomorfološka obilježja mikrostaništa, udaljenost od vodotoka, antropogene utjecaje i slično. Od 34 vrste drveća i grmlja zabilježene u ovim zajednicama, stalne su *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus incana*, *Cornus sanguinea* i *Corylus avellana*. Prizemni sloj veoma je bogat i bujan i u njemu se javlja 150 vrsta višeg bilja i 14 vrsta mahovina. U sociološkom smislu dominantnu ulogu imaju vrste reda *Fagetalia*. To su *Alnus incana* i vrste mokrih i povremeno poplavljenih staništa *Viburnum opulus*, *Rubus caesius*, *Carex brizoides*, *Stellaria nemorum*, *Equisetum arvense* i druge. Za razlikovanje ovih sastojina u odnosu na ostale slične europske zajednice sive johe važne su vrste kitnjakovo-grabovih šuma kao što su *Lamium orvala*, *Cardamine trifolia*, *Knautia drymeia*, *Omphalodes verna*, *Helleborus dumetorum* i *Primula vulgaris*.

### 3.4.2. Ostali oblici vegetacije

Prema Planu upravljanja NP Risnjak, uz šumske površine u Parku su prisutni i travnjaci, utrine, vrištine, visoke zeleni, cretovi, močvarna staništa, stijene i točila te ruderalna staništa. Travnjaci zauzimaju manji dio površine Parka dok najveći dio zauzimaju planinske rudine na vršnim dijelovima Risnjaka, Snježnika i Guslice. Najizloženije položaje vrhova naseljavaju rudine uskolisne šašike i oštrog šaša (*Seslerio tenuifoliae-Caricion firmae* Trinajstić 2005), planinske rudine vazdazelenog šaša i uskolisne šašike (*Carici sempervirenti-Seslerietum tenuifoliae* Horvat in Horvat et al. 1974) planinske rudine kitajbelovog šaša i alpske sunčanice (*Carici kitaibelianae-Helianthemum alpestris* Horvat 1930). Na takvim staništima vladaju ekstremne vremenske i klimatske prilike, kao što su niske temperature, jaki vjetrovi i fiziološka suša uslijed trajno smrznute podloge. Jednogodišnje vrste nisu prisutne na području Parka jer je vegetacijska sezona prekratka za njihov potpuni razvitak. Rudine oštre vlasulje (*Festucetum bosniacae* Horvat 1930) i travnjaci dugodlake smilice i ljubičaste vlasulje (*Koelerio-Festucetum amethystinae* Horvat in Horvat et al. 1974) nalaze se na zaklonjenijim položajima unutar pojasa klekovine bora i vjerojatno su nastale antropogenom djelatnošću, ispašom i košnjom. Budući ga košnja izostaje posljednjih desetak godina, očekuje se postepena degradacija tih travnjaka i pretvaranje u planinske vrištine. Travnjak uspravnog ovsika i srednjeg trpuca (*Bromo-Plantaginetum* Horvat 1931) predstavlja vrlo slikovitu livadu s mnoštvom cvatućih biljaka. Travnjaci trave tvrdače (*Arnico-Nardetum* (Horvat 1930) Horvat in Horvat et al. 1974) zauzimaju male površine u Parku i to površine kiselih i ispranih podloga. Livada crvene vlasulje i obične rosulje (*Festuco-Agrostietum* Horvat 1962) također se nalazi mjestimično na kiselom, dubokom tlu. Livada ovsenice pahovke (*Arrhenatheretum elatioris* Br.- Bl. ex Scherrer 1925) rijetka je na ovom području. To je najbolja livada košanica koja nastaje gnojenjem, no kako u Parku ima vrlo malo stanovnika i nema potrebe za kvalitetnom krmom, te se površine ne gnoje i ne omogućuju se dvije do tri košnje godišnje, što je značajka ove livade. Travnjaci u Parku su značajna staništa za leptire i ptice, no nisu u dobrom stanju zbog nedostatka ispaše domaćih životinja te izostanka košnje, u korist šumskih područja. Osim toga, travnjaci igraju važnu ulogu u raznolikosti krajobraza i preduvjet se dalekih vidika, što je vrlo važan segment za posjetitelje Parka.

Na frekventnijim stazama i cestama razvija se utrina ljulja i širokolisnog trpuca (*Lolio-Plantaginietum majoris* Horvatić /1934/1963). Čine ju obično niske prilegle biljke otporne na gaženje. Vrištine se razvijaju nakon prestanka košnje kiselih travnjaka pa ovu zajednicu nalazimo na rubovima livade tvrdače. Visoke zeleni razvijaju se na mjestima gdje se dulje zadržava snijeg, u malim ponikvama, ali i unutar šuma.

Iako u samom Parku postoje samo mali fragmenti cretova nepotpunog florističkog sastava, svakako ih je vrijedno spomenuti. Nalaze se u uskoj vrpici uz male potočiće koji povremeno i presuše, no tlo i dalje ostaje vlažno. To su bazofilni cretovi koji se napajaju alkalnom vodom. Zajednica močvarne preslice i obične šašine (*Equiseto-Scirpetum sylvatici* Šegulja 1974) mala je sastojina i nalazi se samo na jednom mjestu. Zajednica mahovinaste merinke i bijele padimovice (*Moehringio-Pseudofumarietum albae* Horvat 1962 corr. Trinajstić) najčešća je zajednica stjenjača na Risnjaku jer se razvija na zasjenjenim stijenama i blokovima unutar šuma. Ruderalna staništa razvijaju se uz naselja i putova u bukovim šumama. Prostore oko vrhova Snježnika i Risnjaka karakterizira goli krš koji se pojavi kao zasebno stanište s biljnim zajednicama stijena, što je tipično krški fenomen. Vrhovi su okruženi šumskom vegetacijom te subalpskim vapnenačkim travnjacima.

### **3.4.3. Vegetacijski fenomen ponikvi**

Ponikve su jedan od najpoznatijih i najizraženijih krških fenomena prisutnih na području Nacionalnog parka Risnjak. One predstavljaju ograničene prostore i specifično stanište koje se po svojim značajkama oštro razlikuje od neposredne okoline. U njima vladaju specifični ekološki uvjeti osvjetljenja, zračnih strujanja te vlage atmosfere i tla. Česta pojava je temperaturna inverzija, kada se hladniji zrak zadržava u dnu ponikve. To je posebno izraženo u višim planinskim područjima gdje su ponikve prava mrazišta s vrlo oštrim temperaturnim režimom. Kao posljedica takvih ekoloških uvjeta, u ponikvama se javlja poseban živi svijet, a posebno je jasno izražena razlika u vegetaciji u odnosu na okolni teren. Spuštajući se prema dnu ponikve, javljaju se vrste prilagođene hladnijoj mikroklimi, koje inače obrastaju planinske vrhove.

Unutar Parka, najpoznatija i najimpresivnija je Viljska ponikva, dubine 200 m (Horvat 1953). Na padinama ove ponikve razvijena je ispod pretplaninske bukove šume pretplaninska šuma smreke, dok se pri dnu razvijaju sastojine klekovine planinskog bora i velelisne vrbe. Samo dno ponikve je kamenito sa rijetkim predstavnicima planinske flore. Specifičnost Viljske ponikve su točila na njenoj osojnoj strani djelomično obrasla klekovinom, a djelomično gola sa specifičnom planinskom vegetacijom.

U vršnom djelu Risnjaka i Snježnika nalazi se čitav niz ponikvi koje pretežno obrasta klekovina planinskog bora, ali i s mnogim vegetacijskim i florističkim posebnostima. Tako stijene u ponikvi pod Velikim Risnjakom obrasta specifična zajednica pukotina stijena sa sitnim odoljenom (*Valerino elongatae-Belidiastretum michelii*), dok se na sjevernoj strani Snježnika svojom divljinom i neprohodnošću ističu ponikve stjenovitih padina, gdje se nalaze i jame snježnice.

## 4. KARTIRANJE ŠUMSKE VEGETACIJE

Vegetacijska karta je tematska karta koja prikazuje međusobni odnos pojedinih oblika vegetacije na kartiranoj površini. Njena izrada je skup i dugotrajan posao koji zahtijeva velik broj stručnjaka fitocenologa, kako na terenu, tako i u obradi i analizi podataka u uredu.

Od kad postoje vegetacijska istraživanja postoji i želja za njenim kartiranjem. Već u prvim radovima o vegetaciji na području Hrvatske nalaze se pokušaji da se s tada dostupnom tehnologijom i metodama prikaže vegetacija. Najvrjednije takve karte nalaze su u radovima G. Becka-Mannagette, L. Adamovića, K. Kaysera i F. Mortona s kraja 19. i početkom 20. stoljeća. Nakon drugog svjetskog rata naglo se povećao broj fitocenoloških istraživanja pa su nastajale i detaljnije karte određenih područja. Tako je I. Horvat sa svojim suradnicima S. Bertovićem, Z. Matanom, I. Pelcerom i drugima izradio vegetacijsku kartu Gorskog kotara koju čine četiri sekcije u mjerilu 1:25000. Tijekom svojih istraživanja vegetacije ovog područja 1947. godine, Ivo Horvat je uočio njegov značaj i potencijal da bude prvi objekt za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije u Hrvatskoj, što je i predložio konferenciji botaničara i šumara. Osim samih planinskih masiva Risnjaka i Snježnika, Horvat je za kartiranje predložio i primorske obronke koji se na njih nadovezuju, što je potkrijepio riječima: "Na taj način bit će obuhvaćeno s jedne strane područje naših najvrjednijih crnogoričnih šuma, a s druge strane područje opustošenih šikara i kamenjara u Primorju".

Dakako, današnja tehnologija znatno je naprednija i omogućuje ono što je istraživačima dvadesetog stoljeća bilo nezamislivo. Satelitske snimke i istraživanje vegetacije uz znatno smanjen obujam terenskog rada neke su od prednosti koju imaju današnji znanstvenici. Kombiniranje i preklapanje različitih podataka i tematskih karata u računalnim programima zamijenilo je paus papir i dugotrajno crtanje rukom te znatno ubrzalo postupak kartiranja. Usprkos svim prednostima koje donosi daljinsko istraživanje vegetacije, ono je i dalje nezamislivo i nepotpuno bez terenskog dijela, koji ima dvije uloge: verifikacija rezultata prethodnih istraživanja i kartiranja te rješavanje

uočenih problema razgraničavanja šumskih zajednica i svih eventualnih nejasnoća koje su se javile u prethodnoj fazi fotointerpretacijskih istraživanja (Vukelić 1985).

Fitocenološke karte daju najbolji pregled cjelokupnog inventara, odnosno pregled međusobnog odnosa produktivnih i neproduktivnih šumskih, poljoprivrednih i ostalih površina užeg ili šireg područja. Fitocenoze nisu samo florno jasno određene jedinice, već one implicitno odražavaju i posebnu fizionomiju, rasprostranjenost, geološku podlogu i tip tla, uvjete makro i mikro klime te edafska i druga svojstva. Vegetacijska karta vrlo je korisna pri klimatološkim, pedološkim, gospodarskim, uređajnim i drugim istraživanjima, a na temelju nje mogu se utvrditi kapacitet i bonitet lovišta (Đ. Rauš 1995).

Vegetacijske karte moraju prikazivati stvarno stanje postojećih biljnih zajednica, ali istodobno mora iz njih biti vidljiva i dinamika razvitka vegetacije pojedinog područja. Stoga u fitocenološkim kartama moraju biti prikazane u prvom redu osnovne jedinice biljnih zajednica, a to su asocijacije. Zbog teoretskih ali i praktičnih razloga redovito se unose i razni degradacijski stadiji prvobitne šumske vegetacije kao što su šikare, makije, garizi, kamenjare i sl. Tako izrađene karte mogu poslužiti kao temelj za planiranje prinosa, uzgojnih i melioracijskih zahvata te planske introdukcije alohtonih vrsta u šume, jer se svaka vegetacijska jedinica koja je unesena u kartu može smatrati indikatorom nekih sinekoloških uvjeta na koje je u svom razvitku vezana (Đ. Rauš, 1995).

Prema Raušu (1995), osnovna svrha kartiranja vegetacije je izrada sljedećih tipova karata:

1. Osnovnih fitocenoloških karata pojedinih manjih objekata (M 1:25 000, 1:10 000 i 1:5 000)
2. Općih fitocenoloških karata većih područja (M 1:50 000)
3. Geobotaničkih preglednih karata pojedinih geografskih ili političkih teritorija (M 1:100 000, 1:200 000 i 1:500 000)

Kartiranje šumske vegetacije se do prije pedesetak godina provodilo terestričkom metodom, nakon čega je, uslijed razvoja tehnologije, došlo do korištenja

fotointerpretacijskih metoda, bilo preko aerofotosnimaka ili satelitskih snimaka. NP Risnjak je kartiran na sva tri načina što će se obrazložiti u rezultatima istraživanja.

Fitocenološko istraživanje i prikaz šumskih zajednica okvirno su provedeni prema načelima ciriško-monpelješke ili standardne srednjoeuropske škole (Braun-Blanquet 1964) koja se u Hrvatskoj i u Europi primjenjuje već stotinjak godina. Njezino je polazište ekološko-sociološka analiza flornog sastava pojedine biljne zajednice i vegetacije u cjelini, a jedan od konačnih produkata je karta biljnih zajednica istraživanoga područja.

#### **4.1. Kartiranje šumskih zajednica Nacionalnog parka Risnjak**

Šumska vegetacija NP Risnjak kartirana je u nekoliko faza, a posljednje kartiranje je u tijeku. Ovaj diplomski rad je dio projekta "Fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica Nacionalnoga parka Risnjak". Projekt realiziraju Uprava NP Risnjak i znanstvenici Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Povijest i pregled kartiranja šuma NP Risnjak prikazani su kronološkim slijedom s metodama i glavnim rezultatima.

##### **4.1.1. Kartiranje od 1945. do 1953. godine**

Prvi veliki znanstveni projekt u Republici Hrvatskoj nakon drugoga svjetskoga rata bio je kartiranje vegetacije zapadne Hrvatske, odnosno dijela Gorskoga kotara i Hrvatskog primorja. Ono je provedeno u razdoblju od 1948. do 1953. godine, a provodio ga je tim stručnjaka iz prirodnoznanstvenoga područja pod vodstvom prof. dr. Ive Horvata. U okviru multidisciplinarnoga projekta istraživana su vegetacijska, pedološka, mikrobiološka klimatska, šumarska i poljoprivredna obilježja gorskog područja zapadne Hrvatske.

Ova su Horvatova istraživanja provedena na točno omeđenim, floristički jasno okarakteriziranim vegetacijskim plohama, kako bi se rezultati nakon dovoljnog broja istraženih ploha mogli generalizirati. Kao polazne točke odabrane su strogo definirane vegetacijske jedinice, asocijacije ili subasocijacije te su sva ekološka, poljoprivredna i šumarska istraživanja provedena upravo na njima. Cilj istraživanja bio je izraditi detaljne

karte svih vegetacijskih jedinica i prikazati rezultate u preglednom obliku. Kako se radi o vrlo raznolikom terenu, gdje se vegetacija izmjenjuje unutar vrlo malih prostornih udaljenosti, odabrana je karta mjerila 1:25 000, koja je za terenski dio povećana na mjerilo 1:12 500. Na tom se mjerilu mogla prikazati sva raznolikost vegetacije i utvrditi njena ovisnost o reljefu, tlu, ekspoziciji i sl.

Izrađene su četiri karte sekcije Sušak, 1b, 1d, 2a i 2c, čime je kartirano preko 520 km<sup>2</sup> raznolikog terena koji se proteže od izvora Kupe, Gerovskog Kraja, Cecnja u sjevernom dijelu do Rijeke, Bakarca i Medveđaka na južnom dijelu. Time je u kartiranje obuhvaćeno područje visokih planinskih masiva Risnjaka i Snježnika, Jelenca, Medveđaka, Bijele Škalje i Obruča i njihovih primorskih padina sve do mora. Ove četiri karte obuhvaćaju sve vegetacijske jedinice jugozapadne Hrvatske i prikazuju njihov odnos prema makro i mikroklimi, nadmorskoj visini, udaljenosti od mora, geološkoj i petrografskoj podlozi, mikroreljefu, antropogenim utjecajima i sl.

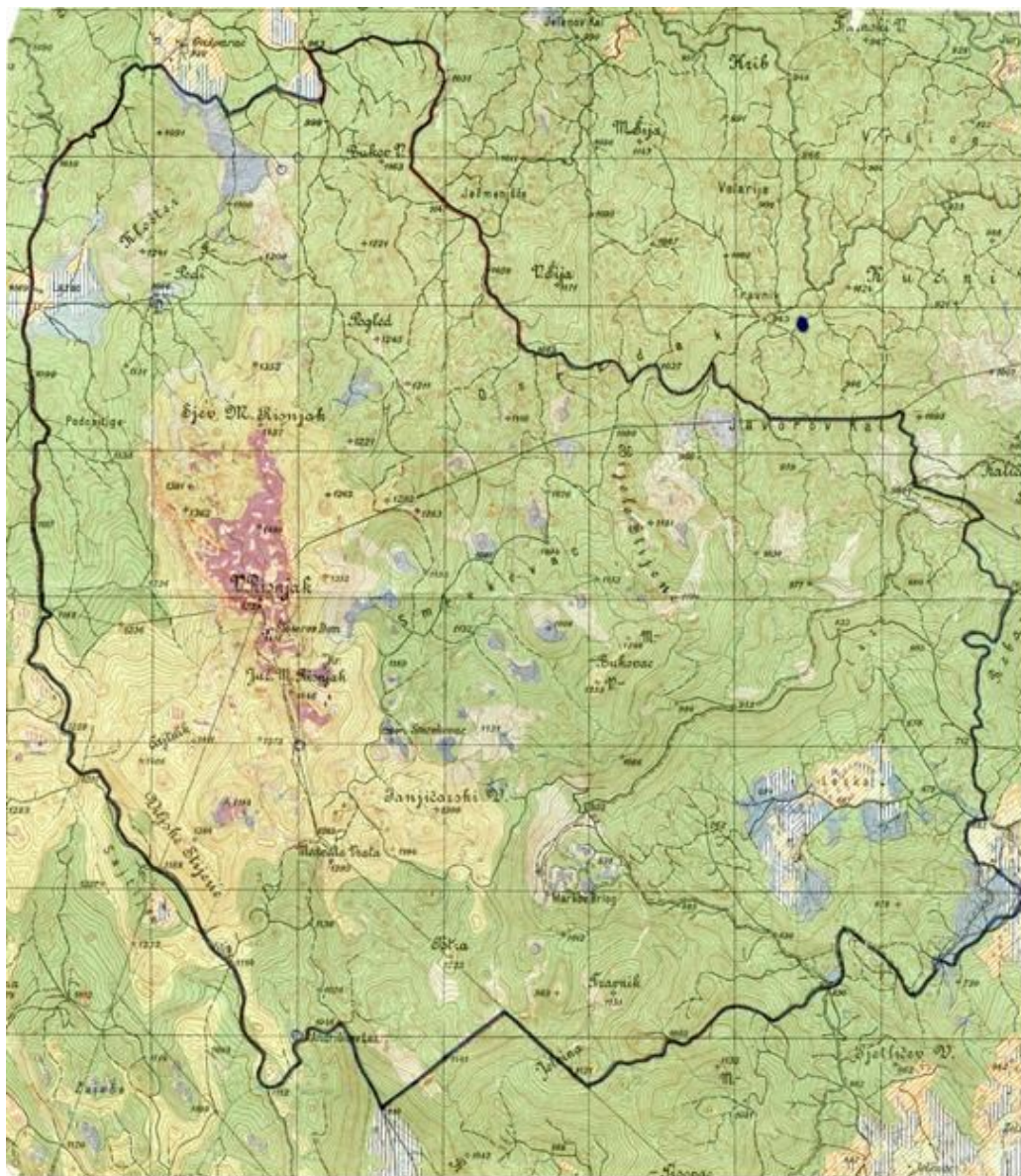
Područje Nacionalnog parka Risnjak spada u sekciju 2a, koja je tiskana 1954. godine, u mjerilu 1:25 000. Karta samog Parka se u većini pojedinosti podudara sa kartom sekcije 2a. Jedine razlike su naslov, izdavač i u crtane granice Parka na karti. Granicama Parka obuhvaćeno je 25 asocijacija, subasocijacija i facijesa šumske i ostale vegetacije u višem i nižem pretplaninskom i visokogorskom pojasu. Kao najvažnije šumske zajednice, prema tadašnjoj nomenklaturi, izdvajaju se:

- Klekovina bora (*Pinetum mughi croaticum*)
- Pretplaninska šuma bukve (*Fagetum croaticum australe subalpinum*)
- Pretplaninska šuma smreke (*Piceetum croaticum subalpinum*)
- Šuma milave i jele (*Calamagrosteto-Abietum*)
- Šuma bukve s jelom (*Fagetum croaticum australe abietetosum*)
- Gorska šuma smreke (*Piceetum croaticum montanum*)
- Šuma rebrače i jele (*Blechno-Abietum*)

Najvažniji rezultat ovog rada jest proglašenje Risnjaka nacionalnim parkom, 15. rujna 1953. godine od strane Hrvatskog Sabora, na površini od 3200 ha. Horvat je svoje razloge za proglašenje Risnjaka nacionalnim parkom (1963) objasnio riječima: "Na



Risnjaku se skupio na malom prostoru velik broj prirodnih pojava. Na njemu nalazimo u neposrednoj blizini prirodne pojave i krasote, koje su drugdje često nadaleko razasute. Risnjak je uz to u prošlosti toliko pošteđen od gospodarskih utjecaja da je na njemu ostala prirodna vegetacijska slika gotovo nepromijenjena, a ukoliko je bila izmijenjena povremenim gospodarskim utjecajem, moći će se razmjerno brzo uspostaviti prirodno stanje”.



Slika 3. Karta biljnih zajednica NP Risnjak, kartirano od 1948-1952. (tiskano 1954)

Prilikom utvrđivanja prvotnih granica Parka, Horvat se vodio dvama kriterijima: prvo, na što manjem prostoru obuhvatiti najtipičnije geomorfološke, geološke, vegetacijske, šumarske i poljoprivredne fenomene i drugo, da se u Parku kao cjelini obuhvate najznačajniji estetski elementi. Ova je karta olakšala i pridonijela procesu proglašenja, jer je potkrijepila Horvatove tvrdnje o velikom značenju i raznolikosti ovog područja. Kasnije je I. Horvat (1962) rezultate istraživanja i kartiranja objavio u monografiji „Vegetacija planina zapadne Hrvatske“.

#### **4.1.2. Kartiranje 1985. godine**

Kartiranje šumske vegetacije NP Risnjak 1985. godine proveo je prof. dr. Joso Vukelić u okviru projekta „Doprinos fotointerpretacijske analize vegetacijskom istraživanju šumskih zajednica Nacionalnog parka Risnjak“.

Fotointerpretacija je djelatnost pri kojoj se analiziraju fotosnimci ili samo njihovi dijelovi s ciljem identifikacije objekata na njima te određivanja njihovog značenja i međusobne povezanosti. Nalazi primjenu u nizu znanstvenih disciplina, kao što su geologija, geografija, arhitektura, arheologija, poljoprivreda, šumarstvo i dr. Njene osnovne prednosti u odnosu na dotadašnje istraživačke metode bile su ekonomičnost, jednostavnost, brzina i pouzdani rezultati. U šumarskim znanostima primjena fotointerpretacije je vrlo široka, a naročito je izražena u taksacijskim izmjerama i kartiranju šumske vegetacije. Osnovni cilj ovog rada bio je istražiti kolika je mogućnost primjene fotointerpretacije u istraživanju i kartiranju šumskih zajednica jednog dijela Dinarida, odnosno Nacionalnog parka Risnjak. Osnovni element istraživanja bio je biljni pokrov tj. šume, što je na aerosnimkama vrlo uočljiv, direktno vidljiv, za analizu neposredno dostupan i k tome idealan objekt za fotointerpretaciju (Vukelić 1985).

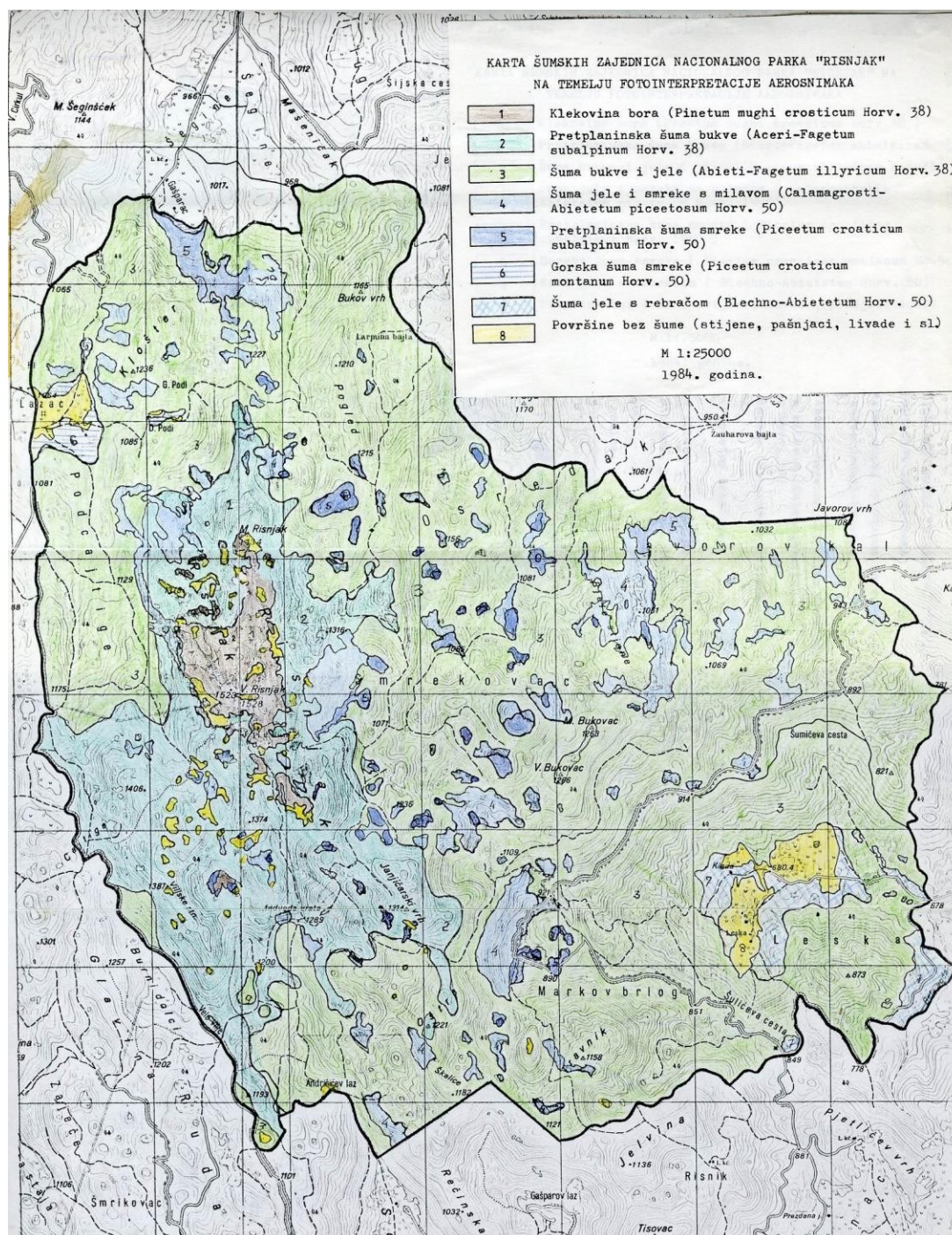
U istraživanju su korišteni pankromatski aerosnimci približnog mjerila 1:15 000, fotoskice približnog mjerila 1:5 000 te dijelovi Osnovne državne karte mjerila 1:5 000. Snimke su nastale polovicom lipnja, dakle za vrijeme vegetacijskog razdoblja, što je za ovakva istraživanja od velike važnosti. Od fotogrametrijskih uređaja korišten je kartirajući stereomikrometar (Zeiss Aerotopograph, München) s dodatkom durbina četverostrukog povećanja. U manjoj mjeri korišten je i džepni stereoskop, uglavnom za

manje terenske potrebe. Za prenošenje šumskih zajednica delineiranih na vrlo prozirnom crtačem materijalu postavljenom iznad kontaktnih kopija, na kartu Nacionalnog parka Risnjak, upotrijebljen je jednostavni objektivno optički redreser – Antiskop II (Liesegang, Düsseldorf). Greške u točnosti prilikom prenošenja slike svedene su na minimum jer je vrlo mala razlika mjerila aerosnimaka i karte, rad se ograničio uglavnom na centralne dijelove snimaka, a kartiranje je izvršeno na manjim dijelovima snimaka, dio po dio (Vukelić 1985).

Kvalitetna i potpuna fotointerpretacija, kao i postizanje pouzdanih rezultata, dobiva se kroz tri faze: sobna pripremno-početna, terenska i završna istraživanja. Sobna istraživanja vezana su uz ured i započinju prikupljanjem i proučavanjem potrebne literature vezane uz problematiku i područje istraživanja. Nakon nabave potrebnih tehničkog materijala pristupilo se prvom detaljnom proučavanju geomorfoloških i slikovnih parametara trodimenzionalnog reljefa što ga čine aerosnimci s odgovarajućim uzdužnim preklopom. Nakon toga, uslijedilo je izlučivanje vegetacijskih jedinica, tj. šumskih zajednica, što je uglavnom rađeno na paus papiru postavljenom iznad fotokica, u tri boje. Crvenom bojom označene su geomorfološke karakteristike, plavom vodotoci, a zelenom vegetacija. Osim toga, s Osnovne državne karte unešene su nadmorske visine, nazivi predjela i vrhova i sl. Nakon sobne analize uslijedila su terenska istraživanja, koja su bila usmjerena na dvije stavke: prva, fitocenološkim snimkama u svakoj biljnoj zajednici dokazati stupanj ispravnosti postignutih rezultata fotointerpretacijskom analizom i druga, terestričkim načinom istražiti i kartirati granice između pojedinih zajednica koju su u prethodnim fotointerpretacijskim istraživanjima naznačene kao sporne. Rezultati sobne fotointerpretacije i terenskog istraživanja dokazali su prisutnost istih zajednica koje je ustanovio I. Horvat (1954), a rezultati fotointerpretacijske analize pokazali su da je pristup istraživanju vegetacije putem stereoskopskog modela potpuno opravdan. Osim ekonomičnosti i jednostavnosti, fotointerpretacija je u ovom slučaju postigla i vrlo pouzdane rezultate i time opravdala svoju primjenu. Provedena terenska istraživanja potvrdila su dotadašnje rezultate u identifikaciji šumskih zajednica, a uglavnom i rezultate u njihovu razgraničavanju. Ova su fotointerpretacijska istraživanja Nacionalnog parka Risnjak potvrdila da je riječ o prirodnom objektu velikih raznolikosti i bogatstva, savršeno razvijenih i izraženih



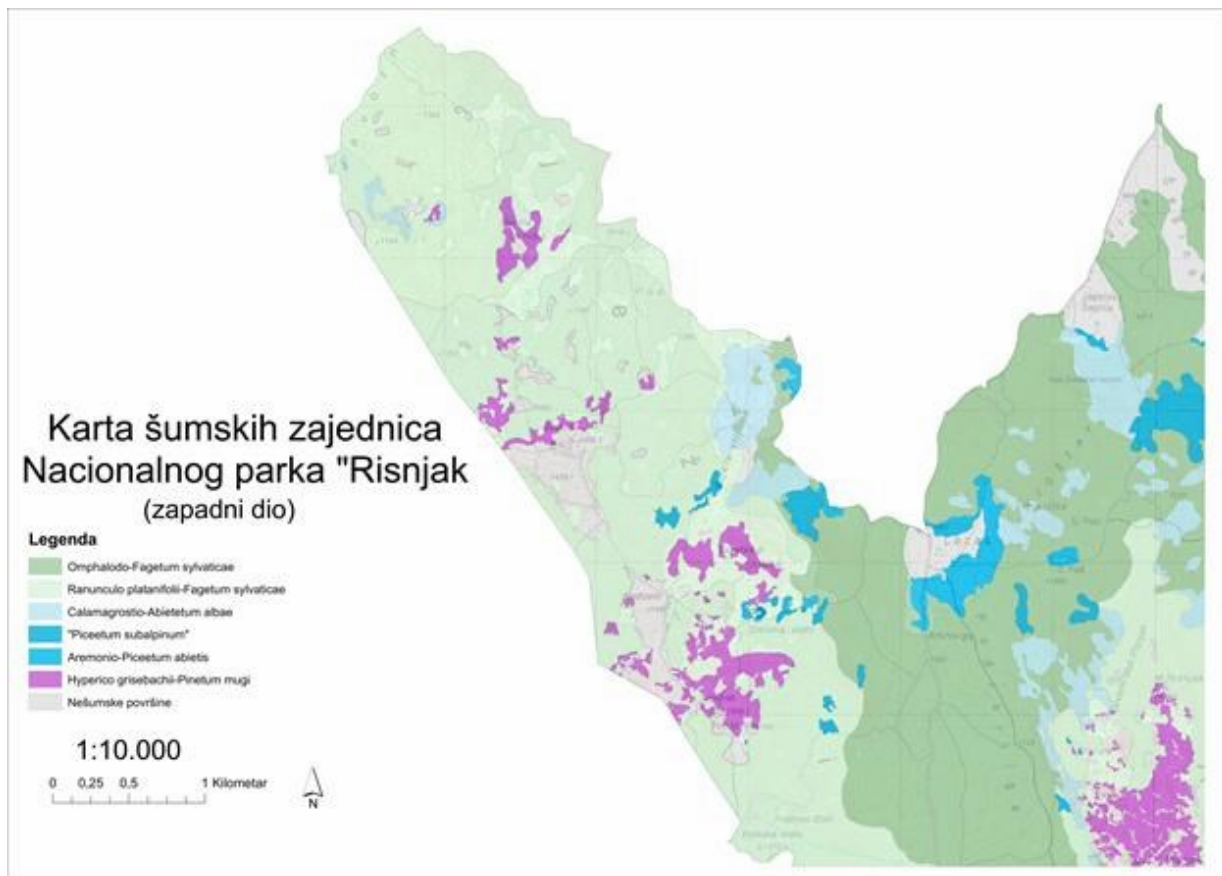
geomorfoloških i vegetacijskih fenomena. Također, prema ovom istraživanju, fotointerpretacijske metode ostvaruju uštedu od oko 60% u vremenu i financijskim sredstvima u odnosu na terestričke metode (Vukelić 1985).



Slika 4. Vegetacijska karta NP Risnjak (Vukelić 1984.)

#### 4.1.3. Kartiranje od 2017. godine

Kartiranje i fitocenološko istraživanje šumske vegetacije NP Risnjak u novim granicama provodi se već treću godinu u okviru projekta "Fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica Nacionalnoga parka Risnjak". Njegov je glavni cilj fitocenološki snimiti i analizirati šumsku vegetaciju Parka te izraditi vegetacijsku kartu u mjerilu 1:10.000. U tu svrhu je za veći dio Parka nabavljen odgovarajući satelitski snimak i do sada je kartirano oko 3.500 ha šuma. Budući da sjeverozapadni dio Parka nije u potpunosti pokriven satelitskom snimkom, šumske su zajednice kartirane terestričkom metodom i uz pomoć Google Earth snimaka. Na satelitu Google Earth vizualno su interpretirane i subjektivno kartirane šumske zajednice. Da bi se postigli što točniji rezultati, u kartiranju su korišteni Google Earth snimci iz različitih vegetacijskih razdoblja, s ciljem što bolje diferencijacije listača od četinjača.

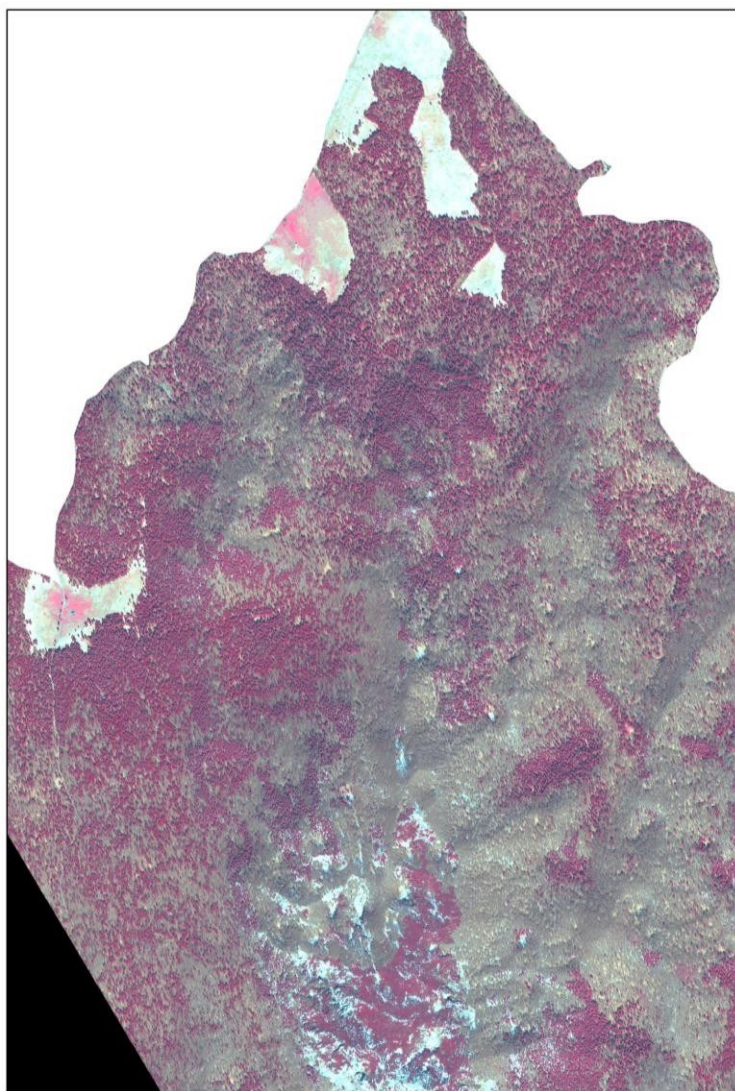


Slika 5. Karta šumskih zajednica NP Risnjak, Izvješće projekta "Fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica NP Risnjak" (Vukelić 2018.)



## 5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno 2018. godine na području sjeverozapadnog dijela Nacionalnog parka Risnjak. Za svrhu analize i interpretacije satelitske snimke korišten je programski paket ArcMap 10.1. Kao osnovna podloga za kartiranje korišten je satelitski snimak WorldView 2 (visina orbite 770 km, prostorna rezolucija PAN: 0.46 – 0.52 m; MS: 0.84 – 2.08 m). Analiziran je dio satelitskog snimka unutar granica Parka, izrezan alatom *Clip (Analysis)*.



Slika 6. - satelitska snimka WorldView 2 istraživanog područja

Kao početna faza kartiranja proveden je postupak nenadgledane klasifikacije na satelitskom snimku programskim alatom *Iso Cluster Unsupervised Classification (Spatial Analyst)*. Prema dosadašnjim spoznajama na području istraživanja rekognoscirano je 10 klastera, uključujući 6 šumskih zajednica, 2 kategorije livadne vegetacije, stijene te snijeg na najvišim dijelovima, budući da je snimak iz zimskog perioda. Na osnovu rezultata nenadgledane klasifikacije u različitim vegetacijskim tipovima napravljeno je 12 kontrolnih točaka na terenu, čije su koordinate, uz subjektivno odabrane reprezentativne poligone programskim alatom *Create Signatures (Spatial Analyst)*, korištene kao ulazni podaci koji predstavljaju „područje učenja“ za provođenje postupka nadgledane klasifikacije alatom *Maximum Likelihood Classification (Spatial Analyst)*.

Prije samog početka kartiranja snimak je georeferenciran tako da je usklađen geografski koordinatni sustav s topografskom kartom. Terenski dio istraživanja je, zbog nepristupačnosti terena i velike površine od interesa, obavljen u 2 navrata, 22. i 24. listopada 2018. godine. Tom prilikom je uz pratnju zaštitara prirode NP Risnjak obavljen obilazak željenog područja te su uz njihovu stručnu pomoć determinirane šumske zajednice. Treba napomenuti da je na terenu istražen samo onaj dio površine Parka oko kojega su postojale nedoumice nakon obavljene preliminarne analize i nenadgledane klasifikacije. Uz pomoć GPS uređaja određene su točne koordinate kontrolnih točaka što će pomoći pri njihovom lociranju na satelitskoj snimci. Prilikom determinacije asocijacija nisu rađeni fitocenološki snimci, već su one određene na temelju prisutnih vrsta, prijašnjeg iskustva i znanja te očekivanja s obzirom na konfiguraciju terena, nadmorsku visinu i ekspoziciju.

Po povratku s terena uslijedila je završna analiza nadgledanom klasifikacijom te njena generalizacija alatom *Majority Filter (Spatial Analyst)*. Na dobivene rezultate aplicirane su koordinate kontrolnih točaka kao i referentni poligoni šumskih zajednica (slika 5) istraživanoga područja preuzeti iz Izvješća projekta “Fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica Nacionalnoga parka Risnjak” (Vukelić 2018).

## **5.1. Općenito o interpretaciji satelitskih snimaka**

Interpretacija satelitskih snimaka moguća je vizualnom i digitalnom metodom. Njihova kombinacija daje optimalne rezultate jer je sama vizualna procjena prilično ovisna o znanju i iskustvu osobe koja ju izvodi pa se u kombinaciji s digitalnom obradom pomoću računala postižu pouzdaniji rezultati.

Pod vizualnom analizom satelitskih snimaka podrazumijeva se prepoznavanje i registriranje podataka pomoću osjeta vida. Pri vizualnoj interpretaciji primjenjuju se različiti kriteriji pomoću kojih lakše, brže i sa većom sigurnošću možemo prepoznati željene objekte na satelitskoj snimci (npr. ton, boja, sjene, veličina, oblik i dr.). Ovom metodom interpretacije razlučene su šumske od nešumskih površina istraživanoga područja.

Satelitska snimka sadrži informacije u rasterskom obliku. Svaka satelitska snimka sastavljena je od sitnih djelića - piksela. Svaki pojedini piksel na satelitskoj snimci definiran je svojim položajem (x-kolona i y-stupac) te vrijednošću tonaliteta boje koji pokazuje razinu sivila i naziva se digitalni broj.

Cilj klasifikacije snimaka dobivenih daljinskom detekcijom je da se svakom pikselu na slici pridruži kategorija iz nekog unaprijed definiranog skupa. Rezultat klasifikacije je tematska karta originalne slike, podijeljena u određene klase ili grupe. Za klasifikaciju se koriste spektralne informacije predstavljene vrijednostima piksela u različitim spektralnim opsezima. Skupovi piksela čije su vrijednosti međusobno slične predstavljaju spektralne klase. Klasifikacijom slika korištenjem spektralnih informacija dobiva se njihova podjela na spektralne klase. Za korisnika klasifikacije od interesa su informacijske klase, što su u ovom slučaju različite šumske zajednice, a ukoliko je rezulucija snimka dovoljno visoka i pojedine vrste drveća. Pojedini pikseli mogu se pridružiti nekoj poznatoj klasi (nadgledana klasifikacija) ili nekom klasteru (nenadgledana klasifikacija).



## **Nenadgledana klasifikacija**

Kod postupka nenadgledane klasifikacije područje istraživanja se podijeli u specifični broj statističkih klastera. Ti klasteri se nadalje interpretiraju unutar suvislih ili značajnih klasa. Kod nenadgledane klasifikacije ne znamo koji tip šumske zajednice se aktualno nalazi na specifičnoj lokaciji, ali želimo skupiti sve piksele na snimci unutar određenog broja grupa ili klastera. Svaki klaster je statistički odvojen od drugog klastera baziranog na vrijednostima piksela unutar klastera. Ona se zasniva na grupiranju piksela tako da njihove spektralne vrijednosti zadovoljavaju neki kriterij homogenosti, gdje se većinom zadaje samo željeni broj klastera.

## **Nadgledana klasifikacija**

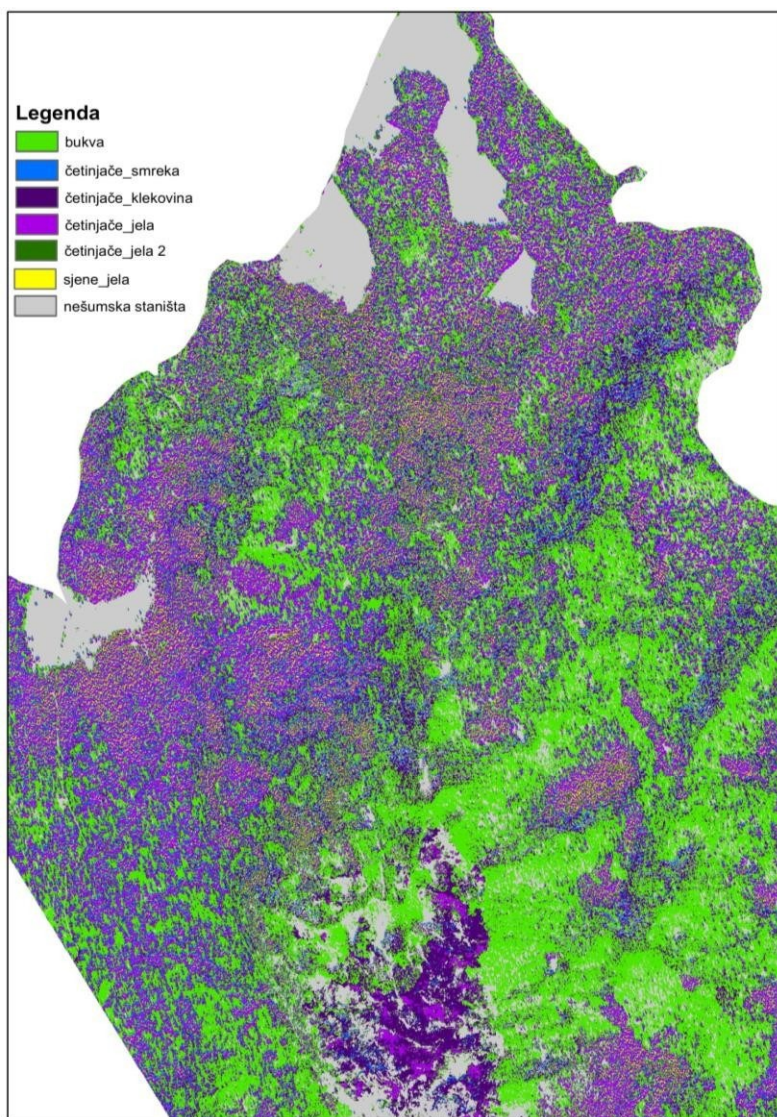
Kod nadgledane klasifikacije identitet i položaj ciljanog tipa klasifikacije, u ovom slučaju određene šumske zajednice, poznati su unaprijed, prije terenske provjere. Za svaku od klasa je potrebno definirati skup piksela za koje je poznato da pripadaju toj klasi. Identificiranje poznatih tipova klasifikacije na multispektralnom snimku definira se različitim oblicima poligona. Takvi poligoni predstavljaju željeni tip klasifikacije i poznati su kao površine za učenje algoritma klasifikacije. Multivariatni statistički parametri izračunavaju se za svako područje učenja unutar odabranog tipa klasifikacije, na osnovu izračunatih vrijednosti svaki piksel se vrednuje i pridružuje klasi (šumskoj zajednici) kojoj s određenom vjerojatnošću pripada (prema pravilima odabrane metode klasifikacije).

## **Generalizacija**

Nakon provedene klasifikacije pristupilo se generalizaciji dobivenog rastera. Postupkom generalizacije reducirani su svi pojedinačni pikseli koji su rezultat klasifikacije odabrane scene u grupe prema zadanom kriteriju i minimalnoj površini kartiranja. Na ovaj način izbjegava se pojavnost piksela jednog tipa unutar veće grupe drugog tipa klasifikacije.

## 6. REZULTATI

Satelitski snimak sjeverozapadnog dijela NP Risnjak analiziran je nizom metoda pomoću alata integriranih unutar programskog paketa ArcMap 10.1. Kao inicijalna metoda korištena je nenadgledana klasifikacija (slika 7), kako bi se dobio opći uvid u heterogenost staništa. Zadana je podjela u 10 klastera, uključujući 6 šumskih zajednica, 2 kategorije livadne vegetacije, stijene te snijeg na najvišim dijelovima.



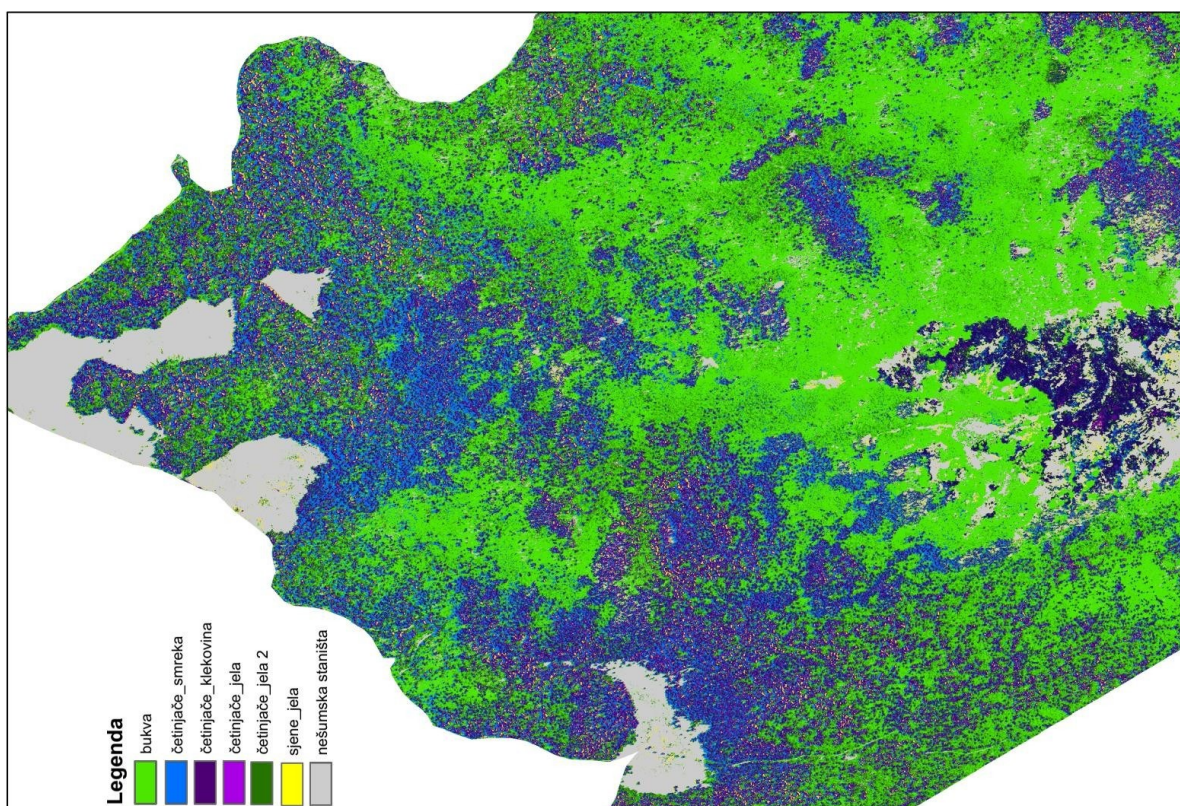
Slika 7. Rezultat nenadgledane klasifikacije

Radi visoke rezolucije satelitskog snimka klasifikacija je rezultirala velikom divergentnosti pojedinih piksela. Stoga je na izvornoj klasifikaciji provedena generalizacija *Majority Filter (Spatial Analyst)*. Postupak generalizacije ponovljen je 20 puta kako bi se dobilo što bolji uvid u pojedine dominantne skupine koje predstavljaju određeni tip vegetacije.

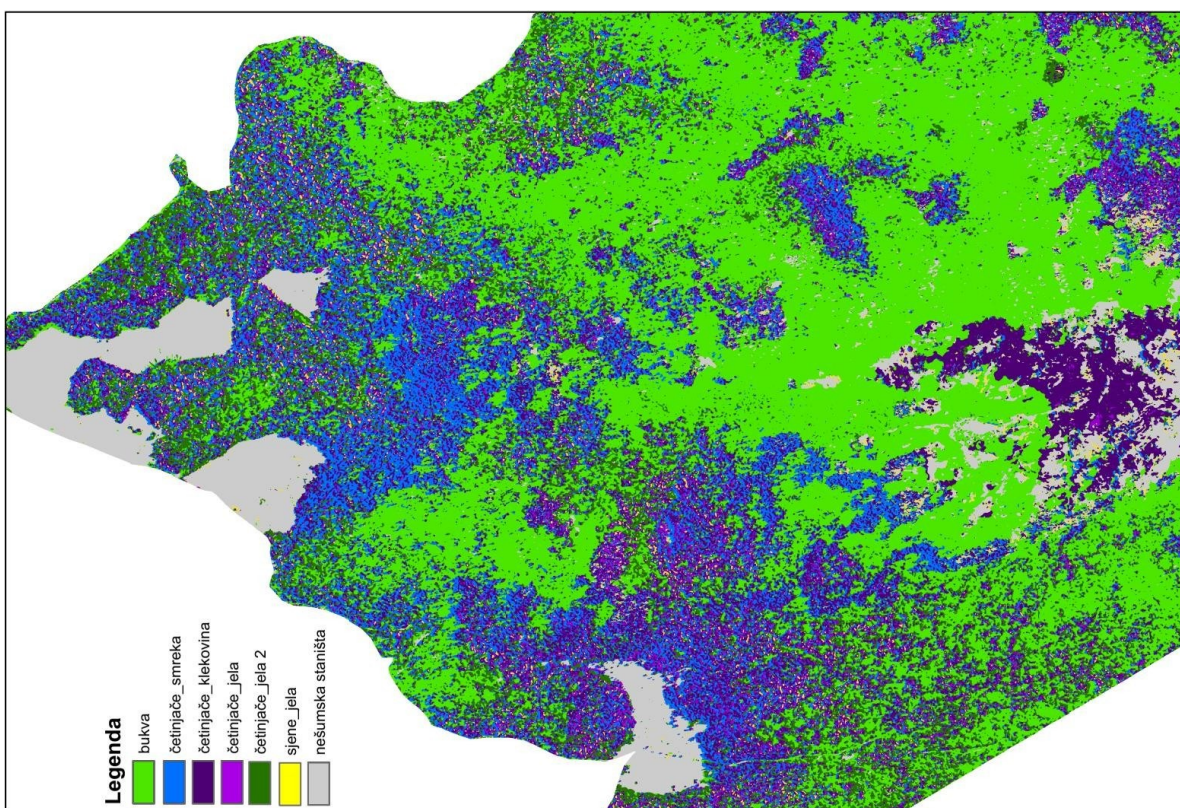
Nakon preliminarne nenadgledane klasifikacije i terenskog uzorkovanja proveden je postupak nadgledane klasifikacije. Subjektivno odabrani poligoni s pouzdanih lokaliteta zajednica i terenske točke korištene su kao ulazni podaci. Kao i kod nenadgledane klasifikacije područje istraživanja je prezentirano sa 10 klasa, od čega je 6 klasa područje učenja šumskih zajednica (*Aremonio-Piceetum*, "*Piceetum subalpinum*", *Omphalodo-Fagetum*, *Hyperico grisebachii-Pinetum mugii*, *Ranunculo platanifolii-Fagetum*, *Calamagrostio-Abietetum*) te 4 klase nešumskih površina (2 klase livadne vegetacije, stijene i snijeg). Kao i nadgledana klasifikacija, radi visoke rezolucije snimka, nadgledana klasifikacija je rezultirala velikom divergentnošću piksela (slika 8). Međutim, ipak su se formirale izraženije skupine piksela iste klase, što naročito dodazi do izražaja na slici 9 gdje je postupak generalizacije proveden 50 puta (slika 9).

Na rezultat generalizirane nadgledane klasifikacije aplicirani su referentni poligoni preuzeti iz izvješća projekta (Vukelić 2018) kao i kontrolne točke. Preklapanje podataka pokazalo je veliku podudarnost konzistentnih formacija piksela pojedinih klasa s referentnim poligonima (Slika 10).



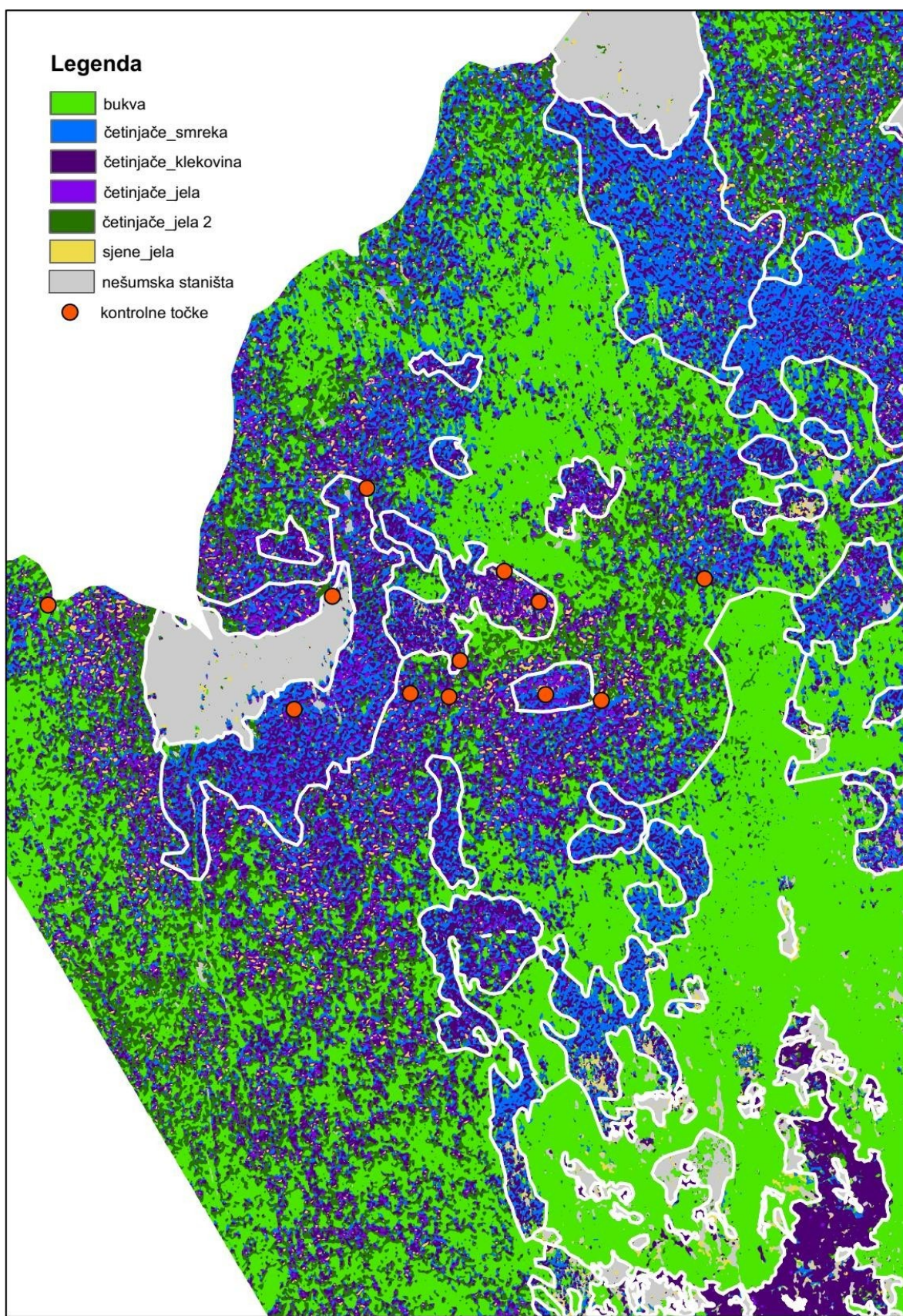


Slika 8. Rezultat nadgledane klasifikacije



Slika 9. Generalizirana nadgledana klasifikacija





Slika 10. Generalizirana nadgledana klasifikacija s apliciranim poligonima i kontrolnim točkama

## 7. RASPRAVA

Apliciranjem referentnih poligona vegetacijskih tipova (Vukelić 2018) na rezultat nenadgledane klasifikacije uočena je značajna koincidencija s pojedinim klasterima, prvenstveno s nešumskim površinama, zatim s homogenijim sastojinama s manjim brojem edifikatorskih vrsta, kao što su sastojine zajednica *Ranunculo platanifolii-Fagetum*, *Aremonio-Piceetum* i *Hyperico grisebachii-Pinetum mugii*. Rezultati su potvrdili ujednačenost ploha koje su planirane kao referentni poligoni „područja učenja“ za provođenje metode nadgledane klasifikacije i uputili koja područja treba izbjegavati kao referentne poligone.

Nadgledana klasifikacija je rezultirala znatno boljim grupiranjem piksela određenih klasa, što dolazi do izražaja postupkom generalizacije. Postupak je proveden čak 50 puta, budući da je zbog visoke rezolucije satelitskog snimka velika divergentnost piksela. Daljnjim provođenjem generalizacije reducirale bi se preostale manje skupine piksela unutar dominantnih klasa. Kada se postigne zadovoljavajuć rezultat provodi se postupak konverzije rasterskog formata u poligone. Tada se na pojedinim poligonima mogu vršiti korekcije, a manji preostali poligoni se mogu ukloniti, sve ovisno o željenom mjerilu karte. Takav postupak će se provoditi za cjelokupno područje Parka u daljnjem tijeku projekta “Ekološko-fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica Nacionalnog parka Risnjak“, a primijenjen je i kod izrade karte Nacionalnog parka Plitvička Jezera (Vukelić i Šapić 2013), gdje je podloga za izradu karte također bio snimak visoke rezolucije (satelitski snimak SPOT, rezolucije 2,5 x 2,5 m).

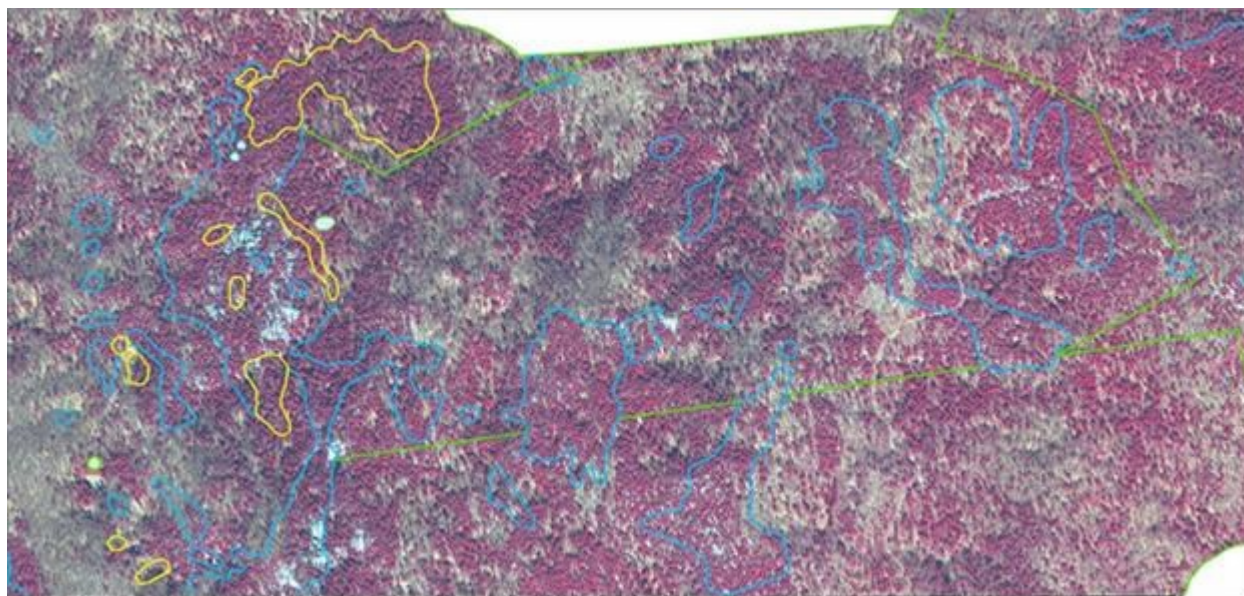
Iako su kao „područje učenja“ za šumske površine bili zadani poligoni zajednica, rezultat se ne može interpretirati klasiranjem piksela kao pojedinih zajednica. Interpretacija je na razini četinjača (jela, smreka i klekovina bora) te bukve. Pojedine zadane klase su jasno razlučene od ostalih (npr. livade, bukva), dok kod klasa s četinjačama dolazi do miješanja i preklapanja. Jela, smreka i klekovina bora imaju vrlo sličnu refleksiju. Tako su manje skupine piksela klase klekovine bora pozicionirane unutar sastojina zajednice bukve i jele. Radi veće zasjele, jela se reflektirala kao



klekovina bora. Ponegdje se smreka i jela klasiraju kao stijene, što može biti i rezultat njihovog zdravstvenog stanja. Zajednica pretplaninske bukve jasno je razgraničena od ostalih zajednica. Sastojine zajednice *Omphalodo-Fagetum* jasno se mogu razlučiti od sastojina *Ranunculo platanifolii-Fagetum* prisustvom klasa četinjača.

Analiziran satelitski snimak Risnjaka potječe iz sredine travnja kada su bjelogorične vrste još bez lista i što je samo dva mjeseca nakon velikih šteta i fizionomskih promjena koje su pogodile pojedine šumske sastojine, posebice običnu bukvu. Uslijed toga ona se u dijelu Parka koji je pogođen štetama reflektirala u smanjenom, netipičnom obliku, s mnogim nejasnim progalama, a prenaplašen je udio četinjača koje nisu pretrpjele štete. To je na pojedinim lokalitetima rezultiralo pogrešnom slikom: sastojine su nadgledanom klasifikacijom kartirane kao šume četinjača, a radi se o bukovo-jelovim šumama.

Metoda kartiranja šumske vegetacije na području NP Risnjak pomoću satelitskih snimaka pokazala se vrlo pouzdanom i opravdanom. Satelitski snimak daje preglednost i uvid u široku sliku željenog područja, što nije slučaj u terestričkim istraživanjima. Na slici 11 prikazan je satelitski snimak iz zimskog perioda, bez provedene klasifikacije.



Slika 11. Razlike u vegetacijskoj karti (Horvat 1962) i satelitskom snimku. Plavo označeni poligoni kartirani su kao asocijacija *Calamagrostio-Abietetum*, a žuto *Piceetum "subalpinum"*

Na snimak su aplicirani poligoni površina kartiranih (Horvat 1962) terestričkom metodom, prije 70 godina. Pokazalo se da je relativno mali broj poligona koji pokazuju iste ili slične rezultate, a veći je broj razlika koje se posebno odnose na prisustvo šume jele s milavom. Ova šumska zajednica kartirana je na dvostruko većim površinama primjenom metoda daljinskih istraživanja u istom dijelu Parka nego što je to bilo prije 70 godina.

Preklapanje rezultata nadgledane klasifikacije s referentnim poligonima i kontrolnim točkama uputilo je na područja koja je potrebno dodatno istražiti kako bi se utvrdilo kojoj zajednici pripadaju. To se prvenstveno odnosi na površine s povećanim udjelom četinjača i prijelazima prema bukovo-jelovim sastojinama.

Iz ranijih kartiranja ovom metodom (Vukelić i Šapić 2013) također se pokazalo da su potrebna terenska razgraničenja kod različitih zajednica s istom edifikatorskom vrstom. Za to su najbolji primjer asocijacije obične bukve, primjerice *Helleboro-Fagetum* i *Blechno-Fagetum*. Kod takvih situacija znatan napredak postigao bi se LIDAR snimcima koji prodiru u podstojnu etažu i prikazuju geomorfološke i litološke značajke staništa.



## 8. ZAKLJUČCI

- Nacionalni park Risnjak jedan je od najboljih primjera vertikalne raščlanjenosti šumske vegetacije u Hrvatskoj i upravo su šume temeljni fenomen zbog kojeg je ovo područje i proglašeno nacionalnim parkom;
- Kartiranje šumske vegetacije NP Risnjak dosad je provedeno dva puta, terestričkom metodom (Horvat, 1945.-1953.) i pomoću aerofotosnimaka (Vukelić, 1985.);
- Treće kartiranje je u tijeku, primjenjuje moderne metode kartiranja šumske vegetacije pomoću satelitskih snimaka (WorldView 2);
- Istraživanje je provedeno metodama nenadgledane i nadgledane klasifikacije u programskom paketu ArcMap 10.1;
- Najbolji rezultati postignuti su nadgledanom klasifikacijom, što se očituje u najtočnijem razgraničenju šumskih zajednica preklapanjem s referentnim poligonima;
- Rezultati nadgledane klasifikacije pokazali su da se u pojedinim dijelovima moraju provesti dodatna terenska istraživanja, što se prije svega odnosi na lokalitete s dominacijom četinjača, a predstavljaju prelaze prema bukovo-jelovim šumama;
- Dominacija četinjača ili drugih vrsta na prirodnom staništu nekog drugog vegetacijskoga tipa najčešće je posljedica antropogenog utjecaja u prošlosti, kada se sastojinama na području Parka gospodarilo;
- Terenska nadopuna rezultata potrebna je i u dijelovima Parka koji su stradali od vremenskih nepogoda 2014. godine uslijed čega satelitska slika nije realna kao kod sklopljenih sastojina.

## LITERATURA

- Bertović S., 1994: Prilog ekologijsko-prostornom tumačenju i značajkama reljefa i podneblja u Gorskom kotaru. Zbornik radova 40 godina NP „Risnjak“, 115-120, Crni Lug.
- Bertović S., 1994: Vegetacijska kartiranja u Hrvatskoj, s osobitim obzirom na narodni park „Risnjak“ i Gorski kotar. Zbornik radova 40 godina NP „Risnjak“, 17-26, Crni Lug.
- Frković A., Malnar I., Šafar N., Štahan Ž., 1994: Prijedlog proširenja NP Risnjak na izvorišni dio rijeke Kupe i masiv hrvatskog Snježnika. Zbornik radova 40 godina NP „Risnjak“, 145-149, Crni Lug.
- Horvat I., 1951: Istraživanje i kartiranje vegetacije primorskih obronaka zapadne Hrvatske i područja izvora Kupe. Šumarski list 6:221-235.
- Horvat I., 1953: Obrazloženje prijedloga za proglašenje Risnjaka narodnim parkom. Periodicum biologorum, Ser. II/ B, T. 4-6:209-221.
- Horvat I., 1955: Osam godina istraživanja i kartiranja vegetacije Gorskog kotara i hrvatskog primorja. Šumarski list 11-12:412-419.
- Horvat I., Vegetacija planina zapadne Hrvatske s 4 karte biljnih zajednica sekcije Sušak. JAZU, Acta biologica 2(3):1-179.
- Malnar I., 1994: Četrdeset godina NP „Risnjak“ (1953-1993). Zbornik radova 40 godina NP „Risnjak“, 13-16, Crni Lug.
- Martinović, J., 1973: Tla sekcije Sušak 2. Projektni savjet za izradu pedološke karte SR Hrvatske, Zagreb.
- Nikolić, T., Topić, J., 2004: Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

- Pelcer Z., 1994: Vegetacijska istraživanja I. Horvata i sur. u risnjačko-snježničkom gorju i njihov značaj za osnivanje NP Risnjak. Zbornik radova 40 godina NP "Risnjak", 32-34, Crni Lug.
- Rauš Đ., 1995: Kartiranje šumske vegetacije. Šumarski list 119:125-132.
- Šapić I., 2016: PowerPoint prezentacija: Kartiranje vegetacije, iz kolegija Fitocenologija
- Šegulja N., Lovašen-Eberhard Ž., Hršak V., Lukač G., 1994: Prikaz stanja istraženosti flore u NP Risnjak. Zbornik radova 40 godina NP „Risnjak“, 71-77, Crni Lug.
- Tomašegović, Z., 1973: Fotometrija i fotointerpretacija u šumarstvu. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Šumarskoga fakulteta, Zagreb.
- Tomašegović, Z., 1981: Fotointerpretacija sa šumarskoga stanovišta. JAZU, Bilten savjeta za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju (2):41-44.
- Vukelić J., 1985: Doprinos fotointerpretacijske analize vegetacijskom istraživanju šumskih zajednica nacionalnog parka Risnjak. Glasnik za šumske pokuse 23:95-137.
- Vukelić J. , 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode, 405 s., Zagreb.
- Vukelić J., Šapić, I., 2013: „Konačno izvješće projekta Fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih ekosustava Nacionalnog parka Plitvička jezera“
- Vukelić, J., 2017/2018: Izvješće o projektu „Ekološko-fitocenološke značajke i vegetacijska karta šumskih zajednica Nacionalnog parka Risnjak“.
- Akcijski plan na prilagodbu klimatskim promjenama, Nacionalni park Risnjak, Institut za razvoj i međunarodne odnose, grupa autora, Zagreb, 2017.
- Crveni popis ugroženih biljaka i životinja Hrvatske, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 2004.

Državni hidrometeorološki zavod, službena Internet stranica: <http://meteo.hr/> (07. veljače 2019).

Ekološko-gospodarsko vrednovanje tala Županije primorsko-goranske za potrebe razvitka poljoprivrede. Agronomski fakultet Zagreb, grupa autora, Zagreb, 1995.

Nacionalni park Risnjak, službena Internet stranica, URL: <http://np-risnjak.hr/> (07. veljače 2019).

NP Risnjak, članak na Internet stranici: [http://croatialink.com/wiki/np\\_risnjak](http://croatialink.com/wiki/np_risnjak) (07. veljače 2019).

Plan Upravljanja nacionalnim parkom Risnjak, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Crni Lug, 2007.

Prostorni Plan Nacionalnog parka Risnjak, Županijski zavod za razvoj, prostorno uređenje i zaštitu okoliša u Rijeci, Rijeka, 2001.